NUOVE RICERCHE MICROSCOPICHE

# SULLA TESSITURA INTIMA DELLA RETINA

NELL' UOMO, NEI VERTEBRATI, NEI CEFALOPODI, E NEGLI INSETTI

*precedute da alcune riflessioni*

SUGLI ELEMENTI MORFOLOGICI GLOBULARI DEL SISTEMA NERVOSO

## MEMORIA


DI FILIPPO PACINI

*Di Pistoja*


CON UNA TAVOLA

*Al Nobile ed Illustre Signore*

# NICOLÒ PUCCINI

DI PISTOJA.

*Signore*

*Da lungo tempo io Vi doveva una pubblica dimostrazione di animo gratissimo pei segnalati favori che mi avete sempre con sì nobile disinteresse elargiti, tanto più che furono principalmente diretti a facilitarmi gli studii di quella immensa e fecondissima Scienza cui mi son dedicato.*

*Voi ricorderete ancora come nella estate del* 1839 *io facessi la maggior parte delle ricerche anatomiche sui* NUOVI ORGANI *col vostro potente* MICROSCOPIO D' AMICI, *e nella stessa vostra deliziosa e magnifica Villa di Scornio, in quella stessa Villa che surse sontuosa pei frutti*

*della scienza, che il vostro sapiente Antenato, l' Archiatro Tommaso Puccini, coltivava.*

*Se il coraggio non mi avesse mancato in quel tempo, molti allora negando e pochi curando la mia scoperta dei* NUOVI ORGANI, *io avrei voluto a Voi offerirla: ma valga almeno questo nuovo lavoro, col vostro Microscopio anche esso eseguito, a riparare in parte il debito mio; per tanto più, ch' io debbo riconoscere da Voi il primo incitamento a questi micrografici studii. Nè per questo soltanto poichè il pregio della concessione vostra mi apparisce anco più grande, quando io con-*

*sidero come essa mi è stata foriera di altra segnalatissima, che me ne agevola singolarmente il progresso.*

*Tanto incoraggiamento adunque mi è di conforto e di eccitamento più che bastante, perchè io prosegua questi anatomici studii, che quantunque sì felicemente incominciati fra noi da Malpighi e Fontana, ed ora sì splendidamente continuati in Germania, in Inghilterra ed in Francia, pure, a nostro disdoro, han tra noi chi li disprezza o li nota siccome vani sogni stranieri.*

*Ma sicuro che Voi non diate ascolto a simili ciancie insensate, io spero che la vostra bontà non avrà*

*meno accetto, in questa cordiale offerta, un tenue tributo della vera gratitudine mia, e della alta stima colla quale ho l'onore di ripetermi*

Pisa 1 Decembre 1844.

*Vostro Aff.mo Serv. ed Amico*
**FILIPPO PACINI.**

# NUOVE RICERCHE MICROSCOPICHE

*Di*

**FILIPPO PACINI**

Il n'y a de petit dans la Nature
que les petits esprits.
RASPAIL.

La quantità dei lavori che nel corso di dieci o dodici anni a questa parte si sono intrapresi, e la poca uniformità nei resultati ottenuti, circa la intima tessitura della Retina, dimostrano a sufficienza la somma difficoltà da cui è accompagnata una tal sorta di ricerche. Se a ciò si aggiunga il nome degli Anatomici che le hanno intraprese in questi ultimi tempi, quali sono Ehrenberg, Wagner, Langenbeck, Treviranus, Gottsche, Michaelis, Valentin, Remak, Henle, Pappenheim, Mandl, Hannover, e molti altri, se si aggiunga il nome di questi profondi Microscopisti, che tante e sì importanti scoperte han fatto guadagnare alla Scienza in questi ultimi tempi, sembrerà forse troppo grande arditezza il tentare di misurarsi con loro alla stessa tenzone. Ma se un tal pensiero dovesse prevalere poichè ad ognuno può venir nella mente, così niun altro ad essi non pari tenterebbe l'ardua impresa, la quale per avventura in parte almeno potrebbe esser raggiunta da chi meno si aspetti.

Senza andare di fronte allo scopo che poi mi prefissi, io andava da prima tentando di svolgere l'intricato caos, che regna nella intima tessitura della sostanza corticale dell'Encefalo, nella quale avendo più volte traveduto delle singolarissime relazioni fra i suoi elementi morfologici, sperai di trovare maggiore facilità di osservazione; esaminando i medesimi nella retina, giacchè, come giustamente Fontana, Delle Chiaje, Hannover e Mandl lo fanno osservare, alcuni elementi morfologici proprii al cervello sono comuni alla Retina ancora. Mentre adunque studiava la tessitura di questa, io giunsi a dei risultati talmente inattesi, che non esitai maggiormente a lasciare da un lato il primo proposto, ed a prendere invece ad investigare la intima tessitura della Retina medesima. Ma non perciò lascierò di accennare alcune osservazioni che feci in quella occasione sugli elementi morfologici globulari del sistema nervoso, e particolarmente della sostanza corticale dell'Encefalo, sperando di servire non meno agli interessi della Scienza se giungerò ad attirare l'attenzione dei Sapienti sopra un soggetto di tanta importanza. D'altronde essendomi necessario di entrare in qualche spiegazione su questo soggetto, onde meglio introdurmi a parlare di quanto osservai sulla intima tessitura della Retina, è perciò ch'io premetto le riflessioni seguenti.

## CAPITOLO I.

### *Riflessioni preliminari sugli elementi morfologici globulari del Sistema nervoso, e particolarmente della sostanza corticale dell' Encefalo.*

Nell'Encefalo e nella Retina, non che nei gangli periferici trovansi oltre le ordinarie fibre nervose elementari, varie specie di elementi morfologici globulari, differentissimi per caratteri e posizione, e che io riduco in generale

alle quattro specie seguenti. 1.ª I *Granuli nervosi* (Figura 1.ª R), *granulazioni della sostanza fondamentale* di Henle, — *sostanza grigia amorfa* di Mandl. 2.ª I *Nuclei nervosi* (N), descritti particolarmente da Ehrenberg. 3.ª Le *Cellule nervose* (C), *corpuscoli di deposito* di Valentin, *corpuscoli grigii* di Mandl. 4.ª I *Corpuscoli gangliari* (G), — *corpuscoli gangliari* di Valentin e di molti altri Autori (1).

Queste quattro specie di elementi morfologici, come lo mostra la figura citata, hanno un diametro sempre maggiore dalle prime alle ultime. Misurate in differenti parti del sistema nervoso e presa la media di molte misurazioni (2), ho ottenuti i resultati seguenti. 1.° Granuli nervosi = 0,0008. 2° Nuclei nervosi = 0,0058. 3.° Cellule nervose = 0,0121. 4.° Corpuscoli gangliari = 0,0275.

Non è da credersi per altro che queste misurazioni possano verificarsi in ogni caso particolare, poichè quantunque le due prime specie conservino una maggior costanza di dimensione, le due ultime al contrario variano moltissimo, fino a trovarsene del doppio o della metà delle dimensioni indicate. Ma non per le sole differenze di dimensione si distinguono queste quattro formazioni globulari, sì bene per il loro modo di comportarsi coi reagenti chimici, come per gli effetti che induce il processo di putrefazione. Di fatto le due prime specie si conservano quasi inalterate, o si fanno più manifeste sotto l'azione dell'acqua, o di acidi minerali allungati, o sotto l'azione del-

(1) Per evitare delle inadatte circumlocuzioni ho cercato di distinguere con una qualche sistematica e provvisoria denominazione alcuna di queste quattro specie di elementi morfologici, onde possano essere introdotti nel linguaggio scientifico. La sinonimia che vi ho aggiunta ed i dettagli nei quali entreremo basteranno a fare rinvenire descritti nelle opere dei Micrografi questi elementi morfologici, dei quali non ci tratterremo che ad accennare i caratteri principali e più generali.

(2) Avvertirò fin d' ora che tutte le valutazioni micrometriche contenute in questa Memoria sono date *in parti decimali di millimetro*.

l'acido acetico, come pure nel processo di putrefazione esse resistono alla dissoluzione molto più che le altre due. Queste al contrario si dissolvono sotto l'azione degli agenti indicati, od almeno si alterano moltissimo più o meno rapidamente, restando meno alterati e facendosi anzi più evidenti alcuni altri elementi morfologici che entrano nella loro composizione. Ma per comprendere meglio le loro differenze caratteristiche, ed i loro rapporti di composizione noi le passeremo rapidamente in rivista.

I *Granuli nervosi* (Fig. 1.ª R.) sono tenuissimi e semplicissimi corpuscoli per quanto i nostri mezzi di investigazione ci hanno fatto vedere. Essi trovansi specialmente nelle parti più superficiali della sostanza corticale del cervello e cervelletto, ed in molte altre parti, riuniti in ammassi amorfi, i quali ammassi sono imbevuti del *plasma nervoso* (*sostanza bianca amorfa* di Mandl); ovvero trovansi disseminati fra gli altri elementi morfologici fibrillari e globulari o nell'interno di questi: noi gli troveremo ancora in qualche parte della retina. Per i loro caratteri chimici e fisici essi hanno le apparenze dei così detti *Nucleoli.*

I *Nuclei nervosi* (N.), come lo indica il loro nome, hanno la significazione di *Nuclei di cellula*, non tanto per le loro quasi costanti dimensioni, e per il loro modo di comportarsi con l'acido acetico, quanto ancora perchè essi presentano ordinariamente un *Nucleolo* nel loro interno, della stessa apparenza e volume dei granuli precedenti. Questi nuclei nervosi si distinguono dai corpuscoli seguenti per il loro contorno oscuro e ben marcato, specialmente trattati con acqua o con acido acetico, od in stato di incipiente putrefazione. In queste condizioni il loro volume si conserva sempre lo stesso; ma talvolta l'endosmosi distacca una sottilissima membranella dalla loro superficie (rudimento di cellula) di una tenuità incalcolabile, e di una tale diafaneità che quasi sempre è invisibile

senza usare molta attenzione. Questi nuclei si incontrano in moltissime parti della sostanza cinerea dell'Encefalo, nella glandula pituitaria e pineale, e formano uno dei più grossi e distinti strati della Retina.

Le *Cellule nervose* (C.), (*corpuscoli grigii* di Mandl), sono assai trasparenti e chiare piuttosto che grigie. Esse presentano un contorno delicatissimo, e sono perfettamente sferiche a motivo forse della loro grande propensione alla endosmosi, poichè l'acqua e l'acido acetico le gonfia, e quest'ultimo poi le discioglie. Tali reagenti nelle *Cellule nervose* minori pongono da prima in evidenza dei granuli di una estrema tenuità disposti uniformemente sulla loro parete interna, od ammassati nel centro, od in altro punto; mentre le più grosse mostrano un nucleo, e spesso un nucleolo nel centro di questo. Dietro questi ultimi caratteri tali corpuscoli hanno la significazione di *Cellule*, come lo indica il loro nome, includendo le due formazioni precedenti (*Nuclei*, e *Nucleoli*). Ma ciò non dee prendersi nel senso ristretto della parola relativamente ai rapporti generici degli elementi morfologici delle formazioni *cellulari*; poichè avviene bene spesso che le due formazioni precedenti non siano per anche pienamente manifeste, mentre formano già parte di una di queste *Cellule nervose*. Tali cellule trovansi in molte parti della sostanza cinerea dell'encefalo, ma in assai minore abbondanza che i *Nuclei nervosi*, e nella retina, come vedremo, esse costituiscono uno strato perfettamente distinto.

Finalmente i *Corpuscoli gangliari* includono concentricamente le formazioni antecedenti, onde possono avere la significazione di una *Cellula maggiore*, includente un' altra cellula. Oltre a ciò la *Cellula maggiore* presenta sulla sua parete interna dei granuli disposti uniformemente, ed in qualche punto riuniti in ammassi più distinti. Io non mi diffonderò su questa quarta formazione, perchè quantunque si incontri in moltissime parti dell'Encefalo e nei

ganglii periferici, pure non si ritrova nel suo vero tipo nella Retina, a meno che non si vogliano riguardare questi *Corpuscoli gangliari* come una varietà più elaborata delle *Cellule nervose*. Questo modo di vedere credo che potrebbe essere giustificato dall'osservare che talvolta si incontrano dei Corpuscoli gangliari sì poco sviluppati, e delle Cellule nervose giunte a tal grado di sviluppo da esser dubbio se all'una o all'altra specie debbano riferirsi, tanto più che non sempre possono distinguersi le formazioni incluse concentriche, che caratterizzano i veri corpuscoli gangliari.

Prima di andare oltre io debbo fare riflettere che Mandl nega l'esistenza normale di quei corpuscoli che io ho denominati *Nuclei nervosi*, i quali come accennai costituiscono uno strato molto distinto nella retina. Per intendersi bene sull'oggetto in questione farò avvertire che intendo parlare di quelli stessi elementi morfologici nervosi sui quali Ehrenberg tanto si diffuse, paragonandoli ai corpuscoli sanguigni od ai loro nuclei, e dandosi a credere che fossero destinati alla nutrizione dei nervi (1). Ora, Mandl, negando l'esistenza normale di questi *nuclei nervosi* (2), pretende che siano il resultato della coagulazione della *sostanza grigia amorfa*, costituita in gran parte dai *granuli nervosi*; coagulazione che si opererebbe secondo lui per effetto della putrefazione, o dei reagenti adoperati, o finalmente per effetto dello sviluppo (3): nel che intanto *a priori* si scopre un errore, poichè una formazione qualunque non può indifferentemente resultare dallo sviluppo, cioè dalla evoluzione organica, ovvero da

(1) V. *Abhandlungen der Königlichen Akademie zu Berlin* Jahre 1834. pag. 605.

(2) Che egli descrive sotto denominazioni inderminale di *grani*, *granuli*, *corpuscoli*, ecc. — V. *Anatomie Microscopique*. pag. 49 ecc. Tav. 4. fig. 14 *a*. — *Anat. Générale*, pag. 144. Tav. 1. fig. 18. *b*.

(3) V. *Anat. Microsc.* pag. 106.

delle condizioni accidentali. Io credo adunque potermi con tanto maggiore ragione elevare contro quella asserzione, in quanto che ho potuto costatare con tutta la certezza che questi corpuscoli nucleari sono perfettamente normali. Di fatto essi compariscono chiaramente distinti non solamente nell'uomo allo stato di cadavere, ma ben anche negli animali, per così dire, viventi, essendomene assicurato a riguardo di tutte le Classi dei Vertebrati, mentre l'animale era vivo tuttora. Non è uopo il dire che per costatare ciò ho usate le più grandi precauzioni, e tutta la celerità possibile nel porre fra i due cristalli del microscopio la materia da osservarsi, sottraendola per quanto potevo anche al contatto dell'aria, non che di qualunque fluido per quanto innocuo potesse sembrare. Dopo di che ho dovuto convincermi della normalità dei *Nuclei nervosi*, che per la loro moltiplicità e per le loro relazioni sono reputabili giuocare una importantissima funzione.

Onde spiegare intanto la erronea asserzione di Mandl possono servire le osservazioni seguenti, che più e più volte ho ripetute, e che credo che possano meritare l'attenzione dei Microscopisti. Io ho potuto accertarmi che i *Granuli nervosi* ed i *Nuclei nervosi* occupano una situazione distintissima e assai differente nella sostanza corticale del Cervelletto. Di fatto i primi formano uno strato di sostanza granulosa, che ha la spessezza di un terzo di millimetro circa, ed è posto nella parte la più superficiale dei lobuli del Cervelletto (Fig. 1.ª R. – Fig. 2.ª S, S.), essendo in immediato contatto della pia madre. Questo strato non contiene alcuno dei *Nuclei nervosi*, i quali invece formano un altro strato più grosso e più profondamente situato (Fig. 1.ª N. – Fig. 2.ª C, C.), essendo interamente ricoperto dal primo. Separando una tenuissima porzione della sostanza corticale del Cervelletto nella parte più superficiale senza approfondare più di un quarto di millimetro, si può riconoscere che essa è interamente for-

mata di *granuli nervosi*, o della *sostanza granulare amorfa* di Mandl; la quale per quanto si cerchi di farla coagulare con qualunque reagente, e in qualunque modo, giammai si conforma come i *nuclei nervosi*. Questi al contrario non si incontrano se non che allorquando lo scalpello anatomico abbia oltrepassato un mezzo millimetro circa di profondità. È colà ove si incominciano ad incontrare i *Nuclei nervosi* (Fig. 1.ª N. – Fig. 2.ª C), e più profondamente ad essi miste le *Cellule nervose* (Fig. 1.ª C. – Fig. 2.ª C.) e finalmente sul limite della sostanza corticale con la midollare, specialmente nel Cervelletto, i *Corpuscoli gangliari* (Fig. 1.ª G. – Fig. 2.ª C.) Questi ultimi corpuscoli per il loro colore speciale formano uno strato rosso gialliccio ad occhio nudo, ed intermedio, secondo le giuste osservazioni di Valentin, fra la sostanza grigia e la bianca, o la massa delle fibre bianche nervose (Fig. 1.ª e 2.ª B.).

La sostanza corticale del Cervello mentre presenta presso a poco la stessa disposizione circa ai *Corpuscoli gangliari* ed alle *Cellule nervose*, pure singolarissimamente differisce da quella del Cervelletto a riguardo dei *granuli* e dei *nuclei nervosi*, i quali sono misti insieme e non formano, come nel Cervelletto, due strati distinti: vero è per altro che nelle parti più superficiali della sostanza corticale predominano i *granuli nervosi*, trovandovisi ancora dei *nuclei nervosi* il che non si verifica nel Cervelletto. Questa differenza fra la sostanza corticale del Cervello e del Cervelletto la stimo di tanto maggiore importanza in quanto che ho potuto verificarla in tutte le Classi dei Vertebrati (1).

(1) Al momento d'inviare il presente scritto ho ricevuto le *Recherches Microscopiques sur le Système nerveux*, par A. Hannover. Copenhague, 1844. Con la più grande soddisfazione ho letto questa Memoria, avendovi trovate molte cose che confermano le mie osservazioni; ma poichè non ho potuto avere il tempo di ripetere alcune osservazioni di Hannover che non sono

**Ma ciò che convalida queste osservazioni, e che le rende più facili ancora a verificarsi, si è, che lo strato più superficiale che ho indicato nella sostanza corticale** del Cervelletto è distinguibilissimo ad occhio nudo. Facendo un taglio ben netto perpendicolare alla superficie di un lobulo cerebellare, vedesi sulla sezione una parte superficiale (Fig. 2.ª S.) molto sottile, che un colore differente e meno cupo, ed una linea di demarcazione distingue dalla sostanza corticale più profonda. Basta prendere un frammento dall'uno o dall'altro lato di quella linea di demarcazione per riconoscere che lo strato più superficiale è formato esclusivamente di *granuli nervosi* (Fig. 2.ª S. – Fig. 1.ª R.), mentre le parti più profonde sono formate di *nuclei* e di *cellule nervose*, non meno che di *corpuscoli gangliari* (Fig. 2.ª C. – Fig. 1.ª N, C, G.). Facilmente poi si separa quello strato superficiale se si ponga il pezzo nell'acqua, e meglio anche se lo si coaguli prima con alcool, o con acido idroclorico allungato. Nulla di tutto questo si osserva nella sostanza corticale del Cervello, ove i due primi elementi morfologici indicati trovansi misti (1).

affatto conformi alle mie, perciò mi darò cura nel seguito almeno di accennare i punti discordanti, lasciando ad altri la decisione di ciò. Ma sarà mia cura di accennare ancora quelle osservazioni che confermano le mie, una fra le quali è quella che mostra, anche secondo Hannover, i *nuclei nervosi* del Cervelletto molto più abbondanti che nel Cervello. Del resto anche egli distingue almeno tre formazioni globulari differenti che denomina *Cellule cerebrali, Nuclei Cellulari*, e *Cellule gangliari*.

(1) Bergmann ha pubblicato negli *Archivii di Muller*, per il 1841, delle ricerche tendenti a provare la struttura lamelliforme della sostanza bianca e grigia dell'Encefalo. Senza intendere di negare la esattezza nella interpretazione dei fatti sperimentali osservati da Bergmann, io debbo dire che non ho trovato naturalmente separabile nella *sostanza corticale* altro che il particolare strato che ho scoperto nella parte più superficiale del Cervelletto, il quale strato non solamente si distingue dal rimanente per la sua *separabilità*, ma ancora per essere formato di elementi morfologici differenti da quelli delle parti vicine; e non ostante ciò esso è lungi dal convalidare le vedute di Bergmann sulla natura elettrica delle funzioni encefaliche. Anche Baillarger ha fatto conoscere nel Cervello e nel Cervelletto delle

Premesso ciò, e ritornando alla erronea asserzione di Mandl, sembrami che possa spiegarsi supponendo che egli abbia esaminata in differenti epoche, o in differenti condizioni la sostanza corticale del Cervelletto complessivamente, e che abbia attribuito in un'epoca successiva alla putrefazione, od in altre circostanze ad altre cagioni alteranti, ciò che non è che una differente condizione normale appartenente a due distinti strati della sostanza corticale del Cervelletto medesimo. È vero per altro che i *nuclei nervosi* sono tanto meglio visibili, perchè meno trasparenti, quanto maggior tempo è trascorso dalla morte dell'animale, onde lo stato di incipiente putrefazione, come l'azione dell'acqua, e dell'acido acetico, o di altri reagenti fanno sì che siano più apparenti e come opacati, ma non è da credersi già che ciò dipenda dalla coagulazione della loro sostanza, o di una particolar materia, che coagulandosi, in tal guisa si conformi, come Mandl lo ha preteso. L'apparenza più manifesta dei *nuclei nervosi* in quelle circostanze è facile riconoscere che dipende da una più forte refrazione o diffrazione che producono sulla luce che gli traversa, o che loro passa da lato, a motivo della minore densità che acquista il blastema ambiente per esservisi mescolata dell'acqua, o dell'acido acetico, ecc., o per la incipiente putrida dissoluzione del blastema me-

lamelle o stratificazioni specialmente nella sostanza corticale. Ma a me sembra che la stratificazione che io ho osservata nelle parti superficiali del Cervelletto sia cosa ben diversa dalle stratificazioni delle quali parla Baillarger, perchè la prima è separabile naturalmente, mentre le altre non lo sono, senza contare la esclusività degli elementi morfologici che costituiscono la prima come già si è veduto. Del resto delle apparenze di stratificazioni nella sostanza corticale dell' Encefalo erano già state segnalate ancora da altri anatomici, ma nessuno credo abbia fin qui notata la singolar differenza che ho accennata fra la sostanza corticale del Cervelletto e quella del Cervello. E di fatto anche Hannover (op. c.) ha parlato delle stratificazioni descritte da Baillarger nel Cervello, ma non sembra che abbia veduto lo strato superficiale che io ho descritto nel Cervelletto in particolare.

desimo; essendo che, come le altre formazioni nucleari, essi maggiormente resistono ai processi dissolutivi. Del resto questi *nuclei nervosi* nell'area che include il loro contorno, divenuto oscuro, sono trasparenti come prima da qualunque parte si volgano, ciò che rende evidente che la loro sostanza non è coagulata, che la oscurità del contorno è prodotta dalla diffrazione o dalla refrazione della luce: se non che modificazioni simili a quelle avvenute nel blastema, operandosi ancora nel loro interno, perciò nel centro si manifesta ordinariamente un *nucleolo*. In conclusione sarebbe superfluo addurre contro l'asserzione di Mandl altre prove, bastando quanto ho esposto fin qui. Solo mi era necessario ristabilire la normalità di questi *nuclei nervosi*, perchè come già dissi, essi formano uno dei più grossi strati della retina, della quale frattanto dobbiamo occuparci. Ma non sarà inutile che io aggiunga in questa occasione qualche congettura, che credo potere avanzare circa ai rapporti di questi e degli altri descritti elementi morfologici con le fibre nervose.

Già Valentin e Purkinje hanno scoperto, nei *Corpuscoli gangliari*, dei prolungamenti (Fig. 1.ª P.) che quantunque possano considerarsi come *commissure* fra diversi corpuscoli di questa specie, pure credo che non sia fuori di proposito che possano considerarsi ancora come la origine di alcune fibre nervose, di quelle, per esempio, che Mandl chiama *fibre grigie*, o *a semplice contorno*, poichè sì quei prolungamenti che queste fibre sembrano avere delle apparenze microscopiche eguali. D'altra parte io ho osservato ancora delle formazioni più semplici, come *le Cellule nervose*, che stanno attaccate alla estremità di *fibre nervose grigie* (Fig. 9.ª e, i, n.), qualmente vedremo nella retina di diversi animali. Anche Hannover (op. cit.) ha veduto che delle fibre nervose prendono origine non solo dai *Corpuscoli gangliari* (*Cellule gangliari*), ma ancora dalle *Cellule nervose* (*Cellule cerebrali*). A riguardo dei

*Nuclei nervosi* per la loro grandissima quantità e conglomerazione è ben difficile determinare se essi siano collegati a delle fibre nervose: se non che debbo dire che molte volte ho incontrato delle *fibre grigie* sottilissime, che portavano attaccati con molta regolarità per mezzo di brevissimi peduncoli molti *nuclei nervosi*. Nella *glandula pineale* specialmente ho veduta con maggiore facilità questa disposizione, ove ho incontrate numerosissime fibre nervose grigie le più grandi delle quali avevano un diametro = 0,0025. Queste fibre presentavano ad ambi i lati dei brevissimi peduncoli, i quali avevano un quarto circa del loro diametro, e corrispondevansi da un lato e dall'altro disposti a coppia con molta regolarità. La distanza fra una coppia e l'altra era = 0,0139. La direzione di questi peduncoli non era sempre la stessa, quantunque d'ordinario facessero con la fibra principale un angolo acuto dalla medesima parte. A ciascuno dei peduncoli vedevansi talvolta rimasti attaccati i *nuclei nervosi*. I peduncoli per mezzo dei quali i nuclei nervosi starebbero attaccati alle fibre nervose grigie non mi sembra che abbiano altra significazione che di una divisione o ramificazione di quelle fibre, poichè esse realmente si dividono nella sostanza corticale dell'Encefalo. Finalmente quanto ai *granuli nervosi*, non son giunto a decidere se essi siano riuniti in intralciate serie moniliformi alla guisa di alcune conferve, ovvero se stiano attaccati alla guisa dei corpuscoli precedenti a delle sottilissime fibre nervose, che quantunque di una tenuità incommensurabile vedonsi fra i *granuli nervosi*.

Le congetture che ho creduto avanzare su questi ultimi argomenti mostrano chiaramente la somma difficoltà che si incontra in tal sorta di osservazioni; onde senza pretendere che esse abbiano al presente alcun valore, sarò pago a sufficienza se potranno motivare delle nuove e più profonde ricerche per parte di Microscopisti più sperimentati.

## CAPITOLO II.

*Nuove ricerche microscopiche sulla intima tessitura della Retina.*

Sarebbe difficile farsi una esatta idea della intima tessitura della Retina prescegliendo l'occhio umano, e ciò non per altra ragione se non perchè essa si altera con tanta celerità che lo spazio di poche ore dopo la morte basta a renderla quasi inservibile. Ciò almeno è quanto osservai in Pisa nel caldo mese di Luglio del 1844, non che nei mesi successivi in Pistoja: ma nella fredda stagione può servire nella maggior parte dei casi la retina umana anche dopo le 24 ore dalla morte. Per altro è rimarcabile che le prime alterazioni, che la retina subisce, portano specialmente sui limiti dei differenti strati dei quali si compone, piuttosto che sopra i suoi elementi morfologici: onde è che una volta acquistata negli animali una idea esatta di quei differenti strati, potrà facilmente riconoscersi la stessa tessitura ancora nella retina dell'uomo, per quanto i limiti di quelli strati possano essere incerti e confusi. Nè dee credersi già che la retina degli animali differisca di troppo dalla retina umana, poichè dopo le moltissime osservazioni che ho fatte posso assicurare, e fin d'ora dichiaro, che la intima tessitura della retina fondamentalmente è la stessa in tutte le Classi dei Vertebrati, vale a dire che essendo costrutta sopra un medesimo tipo, essa si compone di un medesimo numero di strati, nel medesimo ordine sovrapposti, e costituiti dalla medesima qualità di morfologici elementi (1).

(1) Un breve estratto di questa memoria fu da me inviato alla Sezione di Zoologia e Anatomia Comparata del Congresso Scientifico di Milano. In quella occasione il Prof. Patellani credè potere obiettare che la re-

Intanto perchè si possa convenientemente verificare ciò che andrò ad esporre, è necessario ch'io premetta alcune avvertenze circa al metodo che ho seguito nelle mie osservazioni. In primo luogo è di tutta necessità osservare la retina sopra un bordo ripiegato in modo tale che questo bordo sia formato dalla superficie concava della retina medesima, corrispondente al corpo vitreo. Per altro il ripiegare in tal modo la retina è tanto più difficile in quanto che un frammento isolato di retina fresca tende a piegarsi spontaneamente nel senso opposto per cui i bordi ripiegati in tal guisa corrispondono alla sua faccia convessa, e presentano alla loro superficie gli elementi della membrana di Jacob. È a questa circostanza cui credo si debba la maggior parte dei lavori moderni su questa singolarissima membrana, la quale essendo perciò più facile ad essere osservata si è un poco troppo trascurato di osservare il rimanente della retina piegandola nel modo indicato: ma ciò è indispensabile, poichè diversamente non può vedersi che la membrana accennata. Basta per altro aver conosciuto il motivo di questa spontanea piegatura perchè possa facilmente prevenirsi. Io ho potuto riconoscere che essa è dovuta al contatto, con la membrana di Jacob, dell'umore vitreo che facilmente scola aprendo l'occhio, o di qualunque altro fluido acquoso che si adopri, poichè questa membrana facilmente si imbeve delle parti acquose, onde rigonfiando fa piegar la retina sulla sua faccia concava; in questo caso resta difficilissimo piegarla nel senso opposto, perciò anche a giungere al fine, essa viene sensibilmente alterata. Ma si può facilmente ovviare un tale inconveniente

tina dei Cavalli non presenta il tipo di tessitura che qui descrivo. Quantunque io potessi presumere che questo tipo, riscontrandosi in varie specie delle quattro o cinque Classi dei Vertebrati, dovesse esser proprio anche dei Solipedi, pure per rispondere perentoriamente alla obbiezione del Prof. Patellani ho fatte di poi delle osservazioni anche sulla retina di questi animali, che troverannosi esposte al loro luogo in questa memoria.

staccando un frammento di retina insieme con una porzione corrispondente del corpo vitreo, il quale allora impedisce che la retina spontaneamente si pieghi sulla sua faccia concava: che anzi in molti casi è necessario che sia accompagnata dalla parte corrispondente del corpo vitreo medesimo, poichè in alcuni punti dell'occhio, come indicherò, il corpo vitreo essendo mediatamente aderente alla retina, se si distacchi da essa, si esporta ancora il primo o più interno degli strati retinici, per il che si può credere che questo strato non esista, come di fatto è avvenuto, essendo passato inosservato ad alcuni Micrografi.

In secondo luogo è necessario avere per l'avanti determinato in qual direzione si è piegata la retina, non tanto per valutare la direzione delle sue fibre nervose, quanto per la interpretazione delle diverse apparenze microscopiche, che queste fibre possono presentare. Di fatto se esse siano paralelle od oblique al bordo ripiegato si presenteranno sotto forma di strie paralelle a questo bordo, ovvero sotto forma di strie oblique ed incrocciate, mentre se siano perpendicolari esse si presenteranno sotto forma di finissimi punti. Quanto ai limiti della spessezza della retina, il bordo ripiegato ne mostra uno con tutta l'evidenza; l'altro limite poi siccome corrisponde alla coroide viene per essa esattamente indicato; se non che questa membrana facilmente staccandosi resta allora un poco difficile il ravvisarlo nelle prime osservazioni; perciò proporrei di fare le prime ricerche sulla retina degli uccelli, nei quali sulla faccia esterna o convessa della retina restano costantemente aderenti dei globuli coloriti in rosso od in giallo, i quali segnano perfettamente quel limite. Del resto non è necessario avanzare altri suggerimenti per chi ha qualche abitudine nelle ricerche microscopiche, come per esempio umettare l'oggetto con l'umore vitreo dell'occhio stesso, ecc., ecc.: d'altronde indicherò all'occasione il modo di praticare in qualche speciale osservazione. Ma

io non debbo tralasciare di raccomandare istantemente di osservare la retina fra due cristalli sottoponendola ad una compressione il più possibilmente graduata, poichè se la compressione non sia sufficiente, alcune parti non potranno coincidere al tempo stesso col fuoco del Microscopio, ovvero non saranno traversate da sufficiente luce, o questa produrrà dei giuochi di diversa natura; se poi la compressione sia di troppo forte, è chiaro che la retina verrà sfacelata; perciò questa compressione deve essere esercitata ad occhio veggente al Microscopio ed arrestata al punto che meglio conviene (1).

La faccia interna o concava della retina è ricoperta da una membrana che le è propria, e da una espansione di vasi sanguigni. Poichè queste due parti non sono della stessa retina, nè entrano in alcun modo a far parte della sua sostanza, noi dobbiamo perciò separatamente contemplarle.

La membrana di cui intendo parlare è da me denominata *Membrana limitante*, poichè essa segna il limite interno della retina, la cui faccia concava ne è interamente ricoperta. Questa membrana osservata sul bordo ripiegato della retina (Figure 3.ª, 4.ª, 5.ª, 6.ª, 7.ª, 12.ª, L.) difficilmente si distingue dal bordo della retina ripiegata,

(1) In un' altra occasione pubblicherò la descrizione di un nuovo *Compressorio* da me ultimamente immaginato ed eseguito da un abile artista di Pistoja. Questo Compressorio ha sopra quello di Purckinje e di Savi, oltre una maggiore facilità di manovra, il vantaggio grandissimo di potere trattare l' oggetto microscopico, *nel tempo stesso che si osserva*, con mezzi meccanici e coi reagenti chimici, non meno che di potervi facilmente applicare la corrente elettrica. Per dare una idea dei vantaggi che può avere questo Compressorio basti il dire che nelle ultime osservazioni che ho fatte con questo stromento, ho potuto vedere in modo tale tutte le parti che descriverò nella retina, che nel corso di tre mesi di osservazioni non mi era mai avvenuto di vederle con tanta nettezza e precisione, in grazia di potere graduare insensibilmente la compressione con questo stromento. Nella stessa occasione descriverò ancora un nuovo *Microscopio obliquo e verticale*, con porta-oggetti fisso, e *a disco girante*, qual costruzione ho imaginata, onde questo microscopio sia meglio adattato alle ricerche anatomiche, e meno faticosa resti una lunga serie di osservazioni.

ma se si aggiunga un poco d'acqua mentre si osserva, questa membrana per endosmosi ne viene penetrata, ed allora si vede distaccare dalla retina (Fig. 4.ª L), con la quale era in immediato contatto. La *membrana limitante* ha una trasparenza perfetta, perciò la sua tessitura sembra omogenea; ma almeno qualche volta ho veduto che l'acido acetico fa comparire un delicatissimo epitelio sulla sua faccia concava, formato di *cellule pavimentose* piccolissime, e con nuclei molto trasparenti, per cui con grandissima difficoltà questo epitelio è visibile. La spessezza di questa membrana non la ho trovata maggiore di 0,0010. In corrispondenza dei processi ciliari forma una ripiegatura assai profonda (Fig. 7.ª, 12.ª, I.), per la quale aderisce alla gran circonferenza del cerchio ciliare od alle parti vicine, onde questa ripiegatura si oppone che le fibre nervose del primo strato della retina si prolunghino sopra il cerchio ciliare, come da alcuni si era creduto. Al di là di questa ripiegatnra la *membrana limitante* si estende sui processi ciliari (Fig. 7.ª, 12.ª, R.) La faccia esterna convessa o retiuica di questa membrana è talmente contigua alle fibre nervose del 1.° strato, che allorquando per endosmosi si distacca, presenta la impronta delicatissima di quelle fibre, ma alcune volte ho veduto che delle fibre nervose del primo strato le erano rimaste aderenti, come suole accadere allorquando si distacca direttamente questa membrana dalla retina. La faccia interna o concava della membrana limitante, che corrisponde al corpo vitreo, nel segmento posteriore del globo oculare è semplicemente contigua alla membrana jaloide, e forse da un piccolo spazio sono separate queste due membrane; ma nel segmento anteriore dell'occhio le due membrane almeno in diversi punti sono aderenti fra loro (1).

(1) L'adesione della jaloide alla *membrana limitante*, e di questa alla espansione nervosa del 1.° strato della retina, fanno sì che distaccandosi il

Fra la membrana limitante e la membrana jaloide sta situata la espansione dei vasi sanguigni (Figure 3ª, 4ª, 5ª, V.). Essendo questi perfettamente conosciuti, debbo soltanto aggiungere che questi vasi non solamente non entrano nella spessezza della retina, ma ancora che essi ne sono separati per mezzo della membrana limitante, come lo mostra chiaramente la fig. 4.ª V. La retina adunque non ha vasi sanguigni proprii; onde è evidente che i materiali nutritivi giungono ad essa dopo aver traversata la membrana limitante, a meno che non ne riceva ancora dal lato della coroide. Questi vasi formano delle maglie terminali capillari, allungate come, presso a poco, nel cervello, ma assai meno ristrette. Il diametro del calibro di questi vasi non è mai minore dei globuli sanguigni, i quali nell'uomo hanno un diametro = 0,0074; perciò nei vasi di tal calibro, che formano specialmente le maglie terminali, i globuli sanguigni vedonsi regolarmente schierati l'uno dietro l'altro. Compresa la spessezza delle pareti di questi vasi il loro diametro totale può valutarsi eguale al doppio del loro calibro nelle maglie terminali. Io non debbo tralasciare di far notare che questi vasi sembrano accompagnati da particolari fibre nervose, che potrebbero considerarsi destinate ai processi nutritivi; almeno si vede ad ambi i lati della parete esterna di tali vasi una apparenza di fibre, che non possonsi confondere con quelle elastiche dei vasi maggiori.

Veduta la retina sul bordo ripiegato come di sopra

corpo vitreo, nella metà anteriore almeno del globo oculare si distacca ancora il 1.° strato delle fibre nervose. In tal caso sembrerebbe che il primo strato fosse formato di globuli o vescicole trasparenti, che appartengono invece al 2.° strato, il quale rimane in sito. Alcuni Micrografi credo che per tal motivo non abbiano veduto il vero 1.° strato della retina, onde, come avremo luogo d'osservare, essi hanno descritto come primo o interno strato di essa, quella congerie di corpuscoli che vedremo formare il 2.° strato.

fu detto, ed in modo che il fuoco del microscopio sia immerso nella spessezza di quel bordo, essa comparisce sotto l'aspetto che rappresentano le figure 6.ª, e 7.ª (1), nelle quali l'insieme delle parti stratificate corrisponde alla totalità della spessezza di essa. Questa spessezza internamente è limitata dalla *membrana limitante* L, esternamente dal pigmento P, od anche da dei corpuscoli coloriti in rosso od in giallo negli uccelli, rimanendo sempre aderenti alla faccia esterna della retina, ed accumulati maggiormente nel fondo della piegatura che si produce. Esaminata attentamente la retina in questa disposizione, può riconoscersi formata di cinque strati. Il 1.° strato è costituito da sottilissime fibre nervose simili a quelle più tenui della sostanza bianca cerebrale, le quali non ostante la loro tenuità sono evidentemente di quelle che Mandl chiama *fibre bianche*. Il 2.° strato è formato da *Cellule nervose*, o *Corpuscoli grigii* di Mandl. Il 3.° è formato da fibre che hanno i caratteri di quelle che Mandl distinse col nome di *fibre grigie*. Il 4.° da Corpuscoli nucleari, o *Nuclei nervosi*, descritti da Ehrenberg, e da Mandl negati a torto come normali. Finalmente il 5.° strato è formato dai *Cilindretti* e dai *Coni* costituenti la *Membrana di Jacob*. Questi cinque strati adunque si distinguono fra loro per la differenza degli elementi morfologici dei quali son formati, ma si distinguono ancora per delle linee di demarcazione assai nette, ed anche qualcuno per un colore spe-

(1) Allorchè citerò nel seguito l'una e l'altra di queste figure, o la sola figura 7, conviene dare una occhiata ancora alla figura 12, essendo questa una figura schematica, disegnata nel modo che ci possiamo rappresentare alla mente la disposizione ed i rapporti degli elementi morfologici della retina, secondo l'interpretazione delle apparenze che essa presenta al microscopio. È perciò che ho poste le medesime indicazioni in queste tre figure; se non che avvertirò che la figura schematica 12 corrisponde specialmente alla fig. 7, ambedue rappresentando la retina verso la sua circonferenza sopra una piegatura diretta nel senso dei meridiani del globo oculare.

ciale. Noi andiamo ad esaminare in dettaglio i cinque strati accennati (1).

1.° Strato. La espansione delle fibre bianche del nervo ottico, la quale costituisce *il primo o il più interno* degli

(1) Perchè si verifichi più facilmente ciò che andrò ad esporre, pongo qui alcune ulteriori pratiche avvertenze.

Allorquando la retina non sia molto fresca il 1°, il 2°, ed il 3° strato facilmente si confondono insieme per mancanza di demarcazione sufficiente fra i limiti di quegli strati, ma il 3° facilmente si riconosce per il suo colore speciale. Il 4° poi si dimostra assai bene pei suoi *Nuclei* ben marcati; mentre il 5° manifesta assai poco i suoi elementi morfologici che spesso sono interamente distrutti.

Al contrario se la retina sia freschissima, gli elementi morfologici del 1°, e del 4° strato sono talmente trasparenti che quasi sono invisibili. Ma mentre gli elementi morfologici degli altri strati si vedono assai bene, le linea di demarcazione di tutti gli strati sono talmente nette, che nulla lasciano a desiderare per distinguerli; se non che a motivo della troppa freschezza, piegando la retina gli elementi morfologici del 3°, o del 4° strato si distaccano così nettamente sopra un medesimo livello, che danno l'apparenza di più stratificazioni secondarie per cui si possono confondere quelle principali, o i veri strati normali.

I primi quattro strati si mostrano con molta chiarezza in un frammento di retina fresca tenuta nell'acqua per un quarto d'ora circa; ma primieramente in questo caso è sommamente difficile piegare la retina nel modo che ho proposto, e in questa manovra ordinariamente si distacca la membrana limitante e con questa il primo, o i due primi strati. Pure se con molta precauzione si giunga a piegare la retina senza alterarla, si vedono chiaramente le fibre del 1° strato e le *cellule* del 2°. Quanto al 3° strato l'apparenza delle sue fibre scomparisce affatto ed invece si mostra omogeneo e granuloso, ma si distingue perfettamente dagli altri per il suo colore caratteristico, e per dei limiti ben marcati. Il 4° strato manifesta perfettamente i suoi *nuclei*, nei quali comparisce ancora un *nucleolo* se siasi usato dell'acido acetico. Finalmente il 5° non si distingua più se non per il limite del 4°, e per i corpuscoli pigmentarii che lo limitano dall'altra parte, mentre i *Cilindretti* ed i *Coni* che lo formano scompariscono affatto.

Dopo di ciò bisogna concludere che non è molto facile vedere contemporaneamente ed in un medesimo pezzo i cinque strati, onde non è che dopo molte e ripetute osservazioni che si acquista la convinzione di cinque strati differenti, formati ciascuno di speciali elementi morfologici. La differenza di questi elementi mi farà ammettere una particolare stratificazione normale, situata fra il 4° ed il 5° strato, la quale, per essere costituita di elementi globulari, ho creduto meglio considerarla come facente parte del 4° strato, quantunque gli elementi globulari di questo ne differiscano alquanto.

strati retinici, allorquando la retina è freschissima e non ha sofferto alcun contatto immediato neppure per parte degli umori dell'occhio, quella espansione, diceva, è quasi affatto invisibile, perchè le fibre nervose che la compongono sono talmente e sì esattamente contigue le une alle altre, che formano un piano in apparenza omogeneo ed affatto trasparente (1). L'azione dell'acqua sopratutto fa comparire più o meno chiaramente le fibre nervose, le quali sono già manifeste di per sè, alcune ore dopo la morte, avendole un poco disgregate la endosmosi postuma od accidentale. Per vedere facilmente queste fibre nella retina, ripiegata nel modo già indicato, bisogna far cadere il fuoco del microscopio sulla superficie del lembo superiore della piegatura, sul quale si vedranno le fibre dirigersi più o meno obliquamente verso il bordo della piegatura medesima (fig. 3ª, 4ª A). Se si approfonda a grado a grado il fuoco del microscopio, le fibre si perdono gradatamente di vista nella direzione verso il bordo ripiegato, ove si riducono ad uno strato di linee incrocicchiate (fig. 6ª A), o di punti (fig. 7ª A), a seconda della loro direzione, come vedremo intanto che compariscono gli altri strati della retina medesima nel modo che gli indicano le figure citate. Continuando ad

(1) Nei Conigli le fibre nervose di questo strato conservano per una certa estensione la disposizione plessiforme che hanno nel nervo ottico; onde questo strato in gran parte della retina è chiaramente visibile ad occhio nudo per la sua opacità e bianchezza sotto forma di una bellissima irradiazione che parte dal centro, come Fontana l' ha figurata. Questa differenza dipende semplicemente dalla particolare disposizione delle fibre nervose. Di fatto in questa parte della retina dei Conigli le fibre osservate al microscopio si vedono intralciate fra loro alla guisa dei fasci nervosi nei plessi; sicchè non possono essere perfettamente contigue nella massima parte della loro estensione, perciò il loro insieme ad occhio nudo apparisce opaco e visibile. Al contrario nella retina degli altri animali, e nelle altre parti di essa nei Conigli, le fibre sono perfettamente paralelle fra loro, ed in perfetto contatto, perciò il loro insieme risulta trasparente, e visibile soltanto al microscopio.

abbassare il fuoco del microscopio, gli strati scompariscono, e se la retina sia a sufficienza trasparente vedonsi ricompàrire, a traverso la quasi doppia spessezza di essa, le fibre precedenti o meglio la loro continuazione sul lembo inferiore della retina ripiegata (fig. 5ª A), ma come è naturale esse hanno in questo secondo lembo una direzione diagonalmente inversa di quella che avevano nel lembo superiore.

La posizione precisa ed i rapporti di questo primo strato non possono valutarsi se non che osservandolo sulla linea della piegatura come lo rappresentano le Figure 6ª, e 7ª in A, perchè veduto sull'area facilmente si può confondere con gli strati sottoposti. Il 1° strato sulla linea della piegatura ha diverse apparenze a seconda della direzione delle fibre, ed a seconda ancora della sua spessezza. Se la piegatura sia paralella alla direzione delle fibre di questo strato, i limiti della sua spessezza non sono molto distinti, e la *membrana limitante* dalla quale è ricoperto, resta facilmente confusa con le apparenze lineari delle fibre nervose. Se al contrario la piegatura sia obliqua o faccia un angolo retto colla direzione di quelle fibre, questo strato si distingue assai bene dalle parti adiacenti, poichè nel primo caso si presenta sotto l'apparenza di finissime linee incrocicchiate diagonalmente fra loro (fig. 6ª, A) mentre nel secondo caso si presenta sotto l'apparenza di finissimi punti situati immediatamente sotto la *membrana limitante*, e disposti (Fig. 7ª, A) in uno o più piani indistinti a seconda della spessezza di questo strato.

Questa spessezza è sommamente variabile, diminuendo essa gradatamente dal centro alla circonferenza della retina; perciò nel segmento anteriore dell'occhio il 1° strato è ridotto assai sottile, tanto che non sempre si può facilmente vedere. In un punto del segmento posteriore dell'occhio, in vicinanza dell'equatore del globo oculare, il 1° strato aveva una spessezza nell'Uomo e nel Cavallo

= 0,0100; nel Coniglio = 0,0067; nel Piccione = 0,0196; nel Gallo = 0,0172; ma questo strato diminuendo, come dissi, dal centro alla circonferenza, lo ho trovato sull'equatore del globo oculare nel Gallo = 0,0026, mentre al di là, nel segmento anteriore, questo strato diviene così sottile che sulla circonferenza della retina è ridotto quasi al diametro delle fibre primitive.

Le fibre primitive del 1° strato sono delle più sottili fra le *fibre bianche* del sistema nervoso. Il loro diametro, per la loro piccolezza non può presentare differenze sensibili nelle specie diverse, onde è che presa la media di molte misurazioni in più specie e segnatamente nell'Uomo l' ho trovato = 0,0015. Queste fibre ordinariamente sono tutte disposte paralelle fra loro, ed in massa compatta; ma nel Cavallo ho veduta una lieve disposizione plessiforme, come già ad occhio nudo si vede nei Conigli, sicchè esse si vedono separate in fasci distinti, formati ciascuno di quindici o venti fibre primitive. Per altro dubito che si fossero così separate in fasci per effetto della preparazione a motivo delle estese adesioni che il corpo jaloide ha nel Cavallo con la *membrana limitante*.

La direzione e la terminazione di queste fibre nervose, quantunque sia un soggetto della più alta importanza, pure gli unanimi sforzi dei Micrografi non hanno ancora valuto ad ottenere dei resultati assolutamente decisi. Per quello che ho potuto osservare nelle mie ricerche, avendo piegata la retina in una direzione conosciuta, e referita a tal piegatura la direzione delle fibre di questo strato, credo potere avanzare che la direzione di queste fibre, a partire dal centro della retina, è da prima radiata, vale a dire che sono dirette nel senso dei meridiani del globo oculare, poi verso l' equatore si fanno oblique, come ha pure osservato Hannover, e finalmente verso la circonferenza della retina si fanno paralelle alla circonferenza medesima ed al cerchio ciliare, dal quale son

separate per mezzo della ripiegatura che forma in questo luogo la *membrana limitante* (fig. 7ª, 12ª, I). Tal resultato delle ripetute mie ricerche mi sembra che assai bene si accordi con ciò che ha trovato Michaelis, secondo il quale tutte le fibre nervose si dirigerebbero verso la *macchia gialla* o il *foro centrale*, seguendo una direzione arcuata per percorrere prima la superficie concava della retina e dirigersi poi verso quel foro: onde sarebbe da aspettarsi che, ammesso ciò, si incontrassero al più due eccezioni a quanto ho detto circa alla direzione generale di queste fibre nervose, poichè, per esempio, sembra vi debba essere uno o due punti sulla circonferenza della retina ove le fibre nervose siano oblique o longitudinali, onde dirigersi, secondo Michaelis, verso il foro centrale, ecc.

Comunque sia ciò potrebbe dimandarsi se queste grandi arcate costituiscano le così dette *anse terminali* di queste fibre nervose. Ma se mi fosse permesso dar peso ad alcune osservazioni, nelle quali ho veduto con tutta la chiarezza delle anse nervose nella retina, potrei assicurare che le grandi arcate in cui sono disposte le fibre del primo strato non formano già le anse terminali, ma che invece le vere anse terminali sono ristrette e chiuse come rappresenta la figura 8ª in A, copia fedele ed esatta di quanto osservai al microscopio. Non ostante che io abbia vedute queste anse con tutta la possibile evidenza nella retina di una Passera, pure qualche dubbio potrebbe aversi sulla loro realtà per due ragioni; in primo luogo perchè nella retina vi è un altro strato di fibre nervose, ed io non potei determinare se all'uno od all'altro strato appartenevano (1); in secondo luogo perchè due sole volte ho incon-

(1) Quando si tratta di esaminare in dettaglio gli elementi morfologici, bisogna lacerare la retina onde disgregarli ed isolarli. Allora essendo distrutti gli strati chè formavano non è più possibile determinare a quali di questi strati appartenevano, se non siansi prima determinati i caratteri di quegli elementi allorquando erano in sito. Ora a riguardo delle fibre

trate quelle anse. Quanto al primo motivo di dubbio può con tutta la ragione presumèrsi che quelle anse appartenessero alle fibre di questo 1° strato, poichè le altre fibre nervose che formano il 3° strato terminano ciascuna, come vedremo, senza fare ansa, nelle cellule nervose che costituiscono il 2° strato. A riguardo poi del secondo motivo di dubbio io non posso ammetterlo in alcun modo, poichè se due sole volte mi avvenne di fare tale osservazione, pure vidi un numero sufficiente di anse nervose talmente distinte, in tale estensione, e così regolarmente disposte, che mi è impossibile il supporre che delle fibre nervose si fossero accidentalmente disposte per effetto della preparazione nel modo particolare che le rappresenta la fig. 8ª. Onde per rendersi ragione della rarità della occasione di vedere queste anse terminali, non resta che supporre che esse occupino una particolare e limitata regione della retina, che per anche io non ho determinata, ma che non è già la circonferenza di essa, ove le fibre nervose sono ad essa paralelle; almeno le anse che vidi appartenevano a dei frammenti di tutt'altra parte della retina che della sua circonferenza. Finalmente aggiungerò che io potei con tutto l'agio esaminare queste anse, una delle quali era più libera e fluttuante, per essersi aperta accidentalmente (fig. 8ª B). Il diametro delle fibre primitive di queste anse era = 0,0013, ma ne vidi ancora delle minori.

2.° Strato. Questo strato è formato di elementi morfologici globulari, molto trasparenti, onde esso si mantiene sempre più trasparente degli altri strati come lo accen-

nervose della retina, quando siano isolate, è ben difficile, se non siano aggregate in una certa quantità, determinare per il colore quali appartengono alla classe delle fibre *bianche* od a quella delle *grigie*, ed in conseguenza al 1°, od al 3° strato; non potendo in fibre così sottili esser visibile l'altro carattere stabilito da Mandl del *doppio contorno* che appartiene alle prime, e del *semplice contorno* che appartiene alle seconde.

nano le due figure 6ª, e 7ª in B. Questo strato è in immediato contatto delle fibre nervose del 1°, senza avere con esse alcun altro rapporto per quanto ho potuto osservare: ma non è così a riguardo delle fibre del 3°, come fra poco vedremo. La sua spessezza è uniforme in tutta la estensione della retina: nella specie umana la ho trovata = 0,0186; nel Coniglio = 0,0170; nel Cavallo = 0,0246; nella Passera = 0,0072; nella Salamandra aquatica = 0,0147; nel Muggine = 0,0098.

A primo aspetto, se la retina sia assai fresca, questo strato presenta una trasparenza omogenea, ma ben presto comincia a manifestare l'apparenza di grandi vessicole, le une compresse contro le altre, e che occupano col loro diametro quasi la totalità di questo strato. Non si saprebbe ben decidere la significazione di queste vessicole; limitandosi ad esaminarle nella loro posizione naturale. Ma se si comprime un poco la retina, allora la membrana limitante ed il 1° strato, talvolta rompendosi in qualche punto, lasciano passare per la rottura queste vessicole (figura 6ª, N.), le quali rimangono più o meno aggruppate, o si distaccano affatto, nuotando per il fluido trasparente che bagna la parte. In questo fluido, quantunque sia di quello stesso dell'occhio, non tardano a subire dei notabili cambiamenti che pongono più o meno in evidenza i caratteri coi quali sono descritte dai moderni Micrografi. Perciò ho riconosciuto che queste vessicole sono i *Corpuscoli globiformi* di Henle, o *Corpuscoli di deposito* di Valentin, o *Corpuscoli grigii* di Mandl, e che io ho precedentemente distinte col nome di *Cellule nervose*.

Una volta che queste *Cellule nervose* siano state in qualche modo isolate, il primo cambiamento che subiscono è quello del volume, poichè aumentano considerabilmente per la endosmosi del liquido ambiente, quantunque sia umore vitreo, e perciò si fanno ancora più apparenti. Al tempo stesso alcune di esse, che nello stato primitivo

erano affatto trasparenti ed assai piccole (fig. 9ª, *c*), manifestano di poi delle granulazioni finissime sparse uniformemente nel loro interno (*d*), in altre le granulazioni sono ammassate nel centro (*b*) ed una sottilissima membrana le circonda a distanza; ovvero l'ammasso delle granulazioni è limitato ad un piccolo spazio eccentrico del loro interno (*i*, *n*): finalmente altre di queste cellule invece di granulazioni, od anche con queste, presentano un nucleo, talora un nucleolo, ovvero un nucleo ed un nucleolo concentrici (*e*), o due nucleoli situati l'uno a lato dell'altro (*a*). Ma come tutti gli altri elementi della retina nello stato freschissimo sono perfettamente trasparenti, così lo sono ancor questi, onde è difficilissimo scorgere da prima le accennate formazioni che contengono. Questa circostanza potrebbe far credere che tali formazioni fossero puramente accidentali e consecutive a qualche alterazione della crasi di quei corpuscoli. Ma ciò che prova il contrario si è che esse sono più apparenti nei corpuscoli più sviluppati, il che dimostra che esse formazioni sono legate alle condizioni dello sviluppo di tali cellule nervose.

Il volume di queste cellule, indipendentemente dai loro cambiamenti consecutivi, varia moltissimo, sicchè nella specie umana ho trovato il loro diametro variare fra 0,0111, e 0,0188; il quale ultimo numero mostra che le più grosse occupano interamente lo spazio dello strato che formano. Il nucleo poi ordinariamente, quando è visibile, ha la metà circa del loro diametro. Nel Cavallo queste cellule hanno un diametro che varia fra 0,0070, e 0,0220. Nel Gallo, termine medio sono = 0,0110.

Le formazioni interne che presentano le *Cellule nervose* di questo 2° strato mostrano una qualche analogia che passa fra esse ed i *Corpuscoli gangliari*, od almeno con la cellula trasparente che questi contengono, la quale, anche secondo Valentin, Henle e Mandl, non sembra che un grado primordiale della loro formazione. Ma ciò che

maggiormente convalida questa veduta si è che alla guisa che i *Corpuscoli gangliari* mostrano talvolta, come dicemmo, dei prolungamenti in forma di fibre nervose (figura 1ª, P.), così queste *cellule nervose* della retina, mostransi attaccate ciascuna ad una particolare fibra nervosa che fa parte di quelle del 3° strato seguente. Comunque sia, riguardo alla similitudine dei *Corpuscoli gangliari* con le *Cellule nervose* in generale, o con quelle della retina in particolare, ecco ciò che si osserva circa alle relazioni di queste con una particolare specie di fibre nervose che compongono il 3° strato.

Ordinariamente lacerando o comprimendo la retina le sue cellule nervose si mostrano più o meno isolate e libere affatto: ma talvolta, allorchè si conservano tuttora in rapporto con lo strato sottoposto, mentre quello sovrapposto é stato allontanato per la compressione, si osserva che queste cellule sono attaccate ad una sottilissima fibra nervosa (fig. 9ª, *e*, *i*, *n*), la quale piegandosi un poco si immerge nel 3° strato e si confonde con le altre fibre di questo (fig. 9ª, C.). L'assicurarsi di tale disposizione è cosa difficilissima, perchè queste cellule si staccano con la massima facilità dalla fibra a cui erano unite, perciò è ben raro vederle in questo rapporto allorchè la compressione le ha troppo allontanate dalla loro sede naturale. Per altro un numero grande di osservazioni fa incontrare assai spesso la disposizione indicata, ma non raramente son giunto a convincermene in un modo diretto, togliendo il 1° strato di sopra a queste cellule. Per giungere a questo effetto si ricordi che il *corpo jaloide* nella metà anteriore del globo dell'occhio è aderente alla *membrana limitante*, e questa al 1° strato. Ora staccandò in quella parte il corpo jaloide viene a togliersi ancora in gran parte il 1° strato, ed allora il 2° strato, rimanendo a scoperto sul bordo libero della retina, quando sia nel modo solito ripiegata, mostra quasi isolate le sue cellule, molte delle quali vedonsi fluttuare tuttora attaccate a delle

fibre, provenienti dal 3° strato, come lo indica la figura 9ª.

Per quanto possa dubitarsi che tutte le cellule del 2° strato siano così attaccate ciascuna ad una fibra del 3°, pure è altrettanto certo che alcune ed almeno le più grosse vedonsi unite in tal guisa: onde con ragione si può concludere che quelle che vedonsi libere siansi distaccate da fibre corrispondenti a motivo della grande facilità che hanno a separarsene. Ma a riguardo di un punto così importante io debbo in particolare dichiarare che non solamente ho verificate queste osservazioni più e più volte in diversi Vertebrati, come Mammiferi, Uccelli, e Pesci, ma ancora nella specie umana, nella quale potei contemplare per assai tempo in casi molto adattati quella disposizione, e sottoporla a diverse prove onde sottrarmi a qualunque errore.

Finalmente merita di osservarsi che allorquando queste cellule, per essere rimaste attaccate alla fibra nervosa, si presentano da un lato, si vede che talvolta l'ammasso granuloso del loro interno, od il nucleo, è eccentrico, e che suole occupare il punto corrispondente all'attacco della fibra nervosa (fig. 9ª, *i*, *n*), almeno ho così osservato nell'uomo, onde sembra che questa fibra debba avere qualche relazione col contenuto di tali cellule.

3.° Strato. Questo strato (fig. 6ª, 7ª, C.) a primo aspetto è un poco problematico, perchè si presenta molte volte quasi affatto omogeneo ed assai trasparente quantunque sempre riconoscibile per il colore speciale che possiede. Questo è un colore *giallo-rossiccio-chiaro* simile a quel colore che hanno i granuli attaccati alla parete interna dei corpuscoli gangliari, sì bene manifesti nel ganglio di Gasser, e che nel complesso danno un colore speciale a tutto il sistema gangliare. Il colore di questo strato è tanto più osservabile in quanto che si verifica, se non che può variare per la maggiore o minore intensità, in tutte le Classi dei Ver-

tebrati. Ma nell' uomo oltre ad essere questo strato in tal guisa colorito in tutta la sua estensione, all' intorno particolarmente del *foro centrale* della retina questo strato è colorito in giallo, costituendo in quel punto la così detta *macchia-gialla-centrale*. Io ho potuto più volte costatare, quantunque con somma difficoltà, che il color giallo di questa macchia appartiene esclusivamente a questo strato, e che gli è veramente sostanziale, poichè neppure molte ore dopo la morte si era propagato agli elementi morfologici, degli altri strati limitrofi. Lascio intanto alla sagacità dei Fisiologi di trarre partito da questa osservazione, cioè che il colore della macchia gialla appartiene a questo solo 3° strato, il quale nel rimanente della sua estensione ed in tutte le Classi dei Vertebrati ha un colore caratteristico simile a quello del puro sistema gangliare; il che credo che assaissimo possa favorire le vedute di Melloni sulla significazione del colore della macchia gialla centrale.

La spessezza di questo strato è assai variabile nelle diverse regioni della retina. Particolarmente all' intorno del punto ove penetra il nervo ottico, questo strato presenta, nell' uomo almeno, un ingrossamento quasi doppio della spessezza media che suole avere nel resto della sua estensione, nella quale va sempre più assottigliandosi fino alla circonferenza della retina, come presso a poco si comporta il 1° strato. Misurato in un punto eccentrico del segmento posteriore del globo dell' occhio ho trovato questo 3° strato nella specie umana = 0,0457; nel Coniglio = 0,0418 (sull' equatore del globo oculare nel Coniglio questo strato era = 0,0201); nel Cavallo = 0,0320; nella Passera = 0,0558; nel Piccione, compreso questo strato ed il precedente = 0,0639; nella Salamandra aquatica = 0,0221; nel Muggine 0,0150; nella Tinca, compreso questo strato ed il precedente = 0,0341. Sulla circonferenza poi della retina questo strato si riduce generalmente a non avere più di 0,0020 a 0,0030.

Le apparenze microscopiche che presenta nella tessitura questo strato sono molto variabili a seconda della direzione che si dà alla piegatura della retina, ed a seconda dello stato di maggiore o minor freschezza di essa. In ogni caso questo strato conserva il suo colore caratteristico, ma si mostra più trasparente nella retina freschissima, mentre si fa opaco e granuloso nella retina di una freschezza minore. Se si esamina questo strato nella retina molto fresca, avendola piegata paralellamente alla sua circonferenza, presenta una apparenza indecisa che male si saprebbe definire: ma piegando la retina nella direzione dei meridiani del globo oculare, possonsi vedere molte stratificazioni secondarie disposte paralellamente fra loro e agli altri strati, le quali stratificazioni si moltiplicano più o meno allorchè la retina viene gradatamente compressa. Egli è evidente perciò, che queste stratificazioni resultano dal distacco netto delle parti elementari morfologiche, delle quali si compone questo strato.

Esaminando attentamente questo strato sopra una piegatura nella direzione di un meridiano del globo oculare, e specialmente laddove è più sensibile il suo assottigliamento, vale a dire verso la circonferenza della retina (fig. 7ª, C; fig. schematica 12ª, C), può riconoscersi che le stratificazioni che presenta vanno gradatamente cessando dal lato contiguo al 2° strato, per il che rappresentandosi alla mente queste stratificazioni nel loro complesso possiamo concepire che esse si imbricano in modo che quelle più interne, o che relativamente sono più prossime al 2° strato, sono sopravanzate da quelle più esterne o più prossime al 4° strato, sicchè la stratificazione più esterna che è veramente contigua al 4° strato viene ad essere la più lunga ed estesa, raggiungendo essa di fatto la circonferenza della retina. Come ognun vede è a questa differenza di estensione delle parti costituenti questo strato cui devesi l'assottigliamento progressivo che abbiamo in esso notato.

Andiamo ora a ricercare quali siano gli elementi morfologici costituenti questo strato.

Noi abbiamo già veduto che gli elementi morfologici del 2° strato, o le *cellule nervose*, sono attaccate a delle fibre (fig. 9ª, *e*, *i*, *n*.), che si immergono e si confondono fra le stratificazioni secondarie del 3° strato (fig. 9ª, C), sicchè non sembra dubitabile che questo strato sia formato dall'insieme di quelle fibre nervose. Per altro contro questa conclusione potrebbesi osservare che raramente si vedono in questo strato delle fibre decise e ben distinte come quelle cui sono attaccate le *Cellule nervose*, e se allorquando si lacera la retina si vede isolarsi qualcuna di queste fibre, pure la massima parte della sostanza di questo strato si retrae e si modella alla guisa di una sostanza molle e viscosa, la quale oltre a ciò per l'azione dell'acido acetico si fa più opaca e si decompone in glomeri granulosi. Ma d'altra parte è un fatto che talvolta vedonsi isolarsi delle fibre, e per molta estensione, dalla sostanza di questo strato, le quali fibre sembrano invischiate da una materia granulosa, che dà loro un aspetto un poco irregolare ed un diametro apparentemente un poco maggiore di quello che hanno le fibre cui stanno attaccate le *Cellule nervose* del 2° strato. E poichè queste ultime fibre si immergono nel 3° strato, non mi sembra dubitabile, in conclusione, che sì le une che le altre siano le medesime fibre, le quali nella spessezza del 3° strato siano invischiate e tenute insieme da una materia amorfa e granulosa, la quale sarà certamente affine alla loro sostanza e natura (1).

(1) Aveva già scritte le linee precedenti (che ho voluto conservare, per mostrare con quanta ritenutezza mi sono sempre condotto nella interpretazione delle apparenze microscopiche), quando ebbi motivo di estendere le mie ricerche alla retina del Cavallo, nella quale mi si mostrarono le fibre in discorso con la più grande evidenza, e dirette nel senso dei meridiani del globo oculare.

Prendendo in particolare considerazione queste fibre, può riconoscersi che esse sono di quelle che Mandl distinse col nôme di fibre nervose *grigie*, od a *semplice contorno*, le quali sono state da esso segnalate specialmente nell'asse del nervo ottico. Misurato il diametro di queste fibre e specialmente di quelle alle quali stanno attaccati i corpuscoli del 2° strato (fig. 9ª, *e*, *i*, *n*.) ho trovato questo diametro presso a poco eguale a quello delle *fibre bianche* del 1° strato, se non che le fibre che trovansi veramente nella spessezza del 3° vedonsi, quando siano isolate; un poco più grosse: ma ciò può dipendere o dalla presenza, come dissi, della sostanza granulosa amorfa che le circonda, o perchè più fibre siano insieme agglutinate da quella sostanza, e perciò rimangano indistinte. Quest'ultima circostanza spiegherebbe come talvolta vedonsi delle fibre che, sorgendo dal 3° strato per dirigersi verso il 2°, sembrano biforcarsi (fig. 9ª, *n*.).

Se non si conoscessero altri esempii di reale biforcazione di fibre nervose, come nelle fibre nervose elementari dei diaframmi dell'organo elettrico della Torpedine descritte da Savi, e nella fibra nervosa elementare descritta da Henle e Kölliker nei miei corpuscoli, potrebbesi credere quella apparenza di biforcazione si dovesse all'agglutinamento parziale di due fibre distinte; ma le scoperte dei citati Anatomici rendono probabilissima la realtà del fatto anche nel nostro caso, onde io sono disposto a credere che la apparenza di biforcazione di alcune fibre di questo strato non sia già illusoria, e che venga sempre più ad infirmarsi la legge di già proclamata da tanti Anatomici sulla indivisibilità delle fibre nervose elementari.

Da ciò che precede possono finalmente dedursi tre corollarii molto importanti circa la tessitura di questo strato cioè 1° che gli elementi morfologici dei quali è composto sono costituiti da particolari fibre nervose, invischiate da una sostanza granulosa amorfa, e assai differenti

per il colore dalle fibre bianche del primo strato: 2° che quelle fibre rappresentate in complesso dalle stratificazioni secondarie descritte, sono dirette nel senso dei meridiani del globo oculare, vale a dire che esse si irradiano dal centro alla circonferenza della retina: 3° che queste fibre non terminano ad ansa come la maggior parte delle fibre nervose e come quelle del 1° strato, ma invece si terminano ciascuna nelle *cellule nervose* del 2° strato, onde considerando queste cellule come *corpuscoli gangliari semplici*, il 2° ed il 3° strato riuniti formerebbero un vero *sistema gangliare della retina*. Un ultimo corollario rimane a dedursi dalla posizione relativa dei due strati di fibre nervose che abbiamo descritti, vale a dire del 1°, e del 3° strato. Questi due strati ed in conseguenza le loro fibre hanno nella retina una posizione inversa di quella che queste stesse fibre hanno nel nervo ottico, secondo le osservazioni di Mandl. Di fatto secondo questo Micrografo le *fibre grigie* occupano specialmente l'asse del nervo ottico, cioè trovansi più profonde che le *bianche*. Ora secondo le nostre osservazioni, nella retina le fibre grigie sono più superficiali che le bianche, poichè queste formano lo strato più interno di essa. Bisogna dunque ammettere che le due sorte di fibre si decussino nel punto d'entrata del nervo ottico nel globo oculare, perciò io rappresenterei questa decussazione con la figura schematica 11ª, nella quale con la linea punteggiata rappresento la posizione delle fibre grigie, e con la linea continua le fibre bianche, sì nel nervo ottico secondo Mandl, come nella retina secondo le mie osservazioni. Dopo di ciò è chiaro che nell'intervallo fra le fibre bianche e le grigie della retina, vi sono contenute le *cellule nervose* che formano il 2° strato.

4.° Strato. Questo quarto strato (fig. 6ª, 7ª, D.), quando la retina è freschissima, vedesi perfettamente trasparente e senza colore, e solamente qualche ora dopo la

morte dell' animale cominciano a manifestarsi delle indecise apparenze di nucleari formazioni, le quali sono ben visibili nella retina umana. Questo strato ha una spessezza uniforme in tutta la retina; nella specie umana = 0,0496; nel Cavallo = 0,0517; nel Coniglio = 0,0320; nel Piccione = 0,0412; nella Salamandra aquatica = 0,0565; nella Tinca = 0,0418.

Se si esamina questo strato in un animale ucciso all' istante della osservazione, sembra quasi affatto omogeneo perciò difficilmente si distinguono gli elementi morfologici dei quali è formato. Lacerando per la compressione o con altro mezzo questo strato, e perciò disgregando quegli elementi morfologici, essi si fanno allora più o meno evidenti da poterli riconoscere facilmente non altro essere che dei *nuclei nervosi* perfettamente eguali a quelli che formano la maggior parte della sostanza corticale dell' Encefalo, e dei quali abbiamo già discorso in principio. L' aggiunta di un poco d' acqua basta per rendere quei corpuscoli anche più manifesti, e principalmente una goccia d' acido acetico allungato. Alcune ore dopo la morte dell' animale i *nuclei nervosi* di questo strato sono evidenti anche senza il soccorso di alcun reagente, e senza alcuna lacerazione, perciò si può allora valutar meglio la loro disposizione ed i loro precisi limiti e rapporti. È in queste condizioni che si vede il 4° strato formato di una innumerevole quantità di tali corpuscoli rotondi o poliedri, i quali ben si distinguono per il loro contorno marcato ed oscuro.

Il volume di questi corpuscoli è più costante che quello delle altre formazioni globulari. Nella specie umana hanno un diametro = 0,0060, dal quale poco differiscono quei delle due Classi dei Vertebrati a sangue caldo. Allorquando questi corpuscoli siano disgregati ed isolati, se ne vede qualcuno portare un filetto che sembra un mezzo d' unione, ed altri ne portano due, uno a ciascuna

estremità. È forse con tal mezzo che i corpuscoli di questo strato si pongono in rapporto fra loro e con gli elementi morfologici dei due strati contigui, giacchè nella loro posizione naturale sembra che questi corpuscoli nucleari stiano insieme uniti e disposti in serie lineari, dirette normalmente alla superficie della retina, cioè nella stessa direzione dei cilindretti della membrana di Jacob che forma il 5° strato. Poichè questi corpuscoli sono disposti con molta regolarità nel modo indicato, perciò resulta un'altra disposizione nella quale formano quattro o cinque piani sovrapposti e paralelli agli altri strati della retina. È perciò che allorquando la retina è molto fresca, non ostante che la trasparenza di questo strato impedisca di scorgere distintamente questi *nuclei nervosi*, pure comprimendola gradatamente, spesso questo strato presenta anche esso delle stratificazioni secondarie, le quali evidentemente rappresentano il distacco dei piani, nei quali sono disposti nel secondo modo questi corpuscoli nucleari.

Ma io non credo che si possa egualmente spiegare una particolare stratificazione molto rimarcabile che non raramente si vede fra il 4°, ed il 5° strato (fig. 6ª, 7ª, E.). Tale stratificazione, che io riguarderò come *complementaria* del 4° strato, si distingue assai bene allorquando questo strato si è un poco oscurato per la manifestazione dei *nuclei nervosi*, poichè la stratificazione accennata si conserva presso a poco della stessa trasparenza che aveva. Essa ha tutto l'aspetto del 2° strato, quantunque abbia una spessezza alquanto minore, e molte volte vi si manifestano delle apparenze di vessicole o corpuscoli come quelli del 2° strato medesimo. Questa stratificazione complementaria sembra formata da quei corpuscoli che vanno uniti alla estremità interna dei *cilindretti* e dei *coni* della membrana di Jacob (fig. 10ª, *e*), giacchè come mostrerò, la estremità per la quale questi cilindretti corrispondono a quella stratificazione, ordinariamente si vede munita di un

corpuscolo che poco differisce da quelli del 2° strato. Poichè quei corpuscoli non possonsi facilmente riconoscere ed esaminare, se non che allorquando vedonsi uniti ai cilindretti della membrana di Jacob, perciò preferisco trattarne all'occasione di questi.

5° Strato. Quest'ultimo strato della retina (fig. 6ª, 7ª, F), situato più esternamente di tutti gli altri, ed in contatto della *Coroide*, è formato dai *cilindretli* della membrana di Jacob. Questa membrana ed i cilindretti che la formano essendo stati l'oggetto di importantissime osservazioni anteriori sarebbe veramente superfluo il farne ora estesi dettagli, perciò io mi limiterò alle poche osservazioni seguenti che mi appartengono.

La *membrana di Jacob*, od in altri termini il 5° strato della retina, esaminato nel modo che ho usato fin qui per gli altri strati, si vede assai trasparente e ben distinto dalle parti contigue, essendo dal lato della coroide limitato dalle cellule pigmentarie che formano la membrana di Ruischio. Gli elementi morfologici o i *cilindretti* dei quali questo 5° strato è composto appariscono, nella loro situazione naturale, a guisa di strie numerosissime (fig. 6ª, 7ª, F) e paralelle fra loro, dirette perpendicolarmente al piano della retina, e stanti evidentemente ad indicare i cilindretti accennati e la loro posizione normale. Ma sarebbe assai difficile farsi una esatta idea di questi cilindretti veduti in tal guisa, trovandosi essi nel fondo della piegatura della retina gli uni contro gli altri compressi e stipati; tanto più che osservandoli in questo modo, vedonsi a traverso ai quattro strati precedentemente descritti. Per vedere adunque questi cilindretti distintamente e a nudo fa d'uopo piegar la retina sulla faccia opposta, ed allora la membrana di Jacob corrispondendo al bordo libero della piegatura i cilindretti si mostrano con la massima evidenza; ma in tal guisa spessissimo si vedono disordinati e spostati dalla loro direzione normale, onde non possono dare

una esatta idea dello strato che formano nè della loro regolare disposizione e rapporti.

La spessezza di questo 5° strato corrisponde perfettamente alla lunghezza dei cilindretti, poichè sono sempre perpendicolari al piano della retina; perciò qnesto strato è da per tutto di una eguale spessezza. Si era avanzato, riguardo dei Batraci, che i cilindretti verso la circonferenza della retina stessero obliqui a motivo della loro eccessiva lunghezza; ma io ho trovato nella *Rana esculenta*, e nella *Salamandra aquatica* che neppure in questo punto si sottraggono alla regola generale della loro direzione, perciò il 5° strato in questi animali è estremamente grosso in tutta la sua estensione, eguagliando qnasi gli altri quattro strati presi insieme, e formando perciò la metà circa della spessezza totale della retina. — Nella specie umana ho trovato questo strato = 0,0246; nel Coniglio = 0,0157; nella Passera = 0,0325; nel Gallo = 0,0344; nel Picione = 0,0393; nella Salamandra aquatica = 0,0910; nella Tinca = 0,0310. Queste dimensioni equivalgono ancora alla lunghezza dei cilindretti, dei quali questo strato è formato per la ragione addotta di sopra; quanto al loro diametro nell'Uomo è = 0,0018; nel Bove = 0,0014; nella Salamandra acquatica = 0,0112; nel Muggine = 0,0020; nella Tinca = 0,0025.

I cilindretti della membrana di Jacob (fig. 10ª, i) nello stato naturale sono perfettamente trasparenti e dritti, ma le più leggiere e insignificanti cause vi producono le più grandi alterazioni. L'acqua più di qualunqne altro agente gli altera in tal modo da non riconoscerli più dopo brevissimo tempo. Appena tocchi dall'acqua essi cominciano a piegarsi da un lato formando un arco, questo gradatamente si curva di più, tanto da formare una spira od un cerchio, il quale stringendosi maggiormente si trasforma in un globulo, che in questo stato potrebbesi confondere con le *cellule nervose* descritte. È dunque neces-

sario aver tenuto dietro a tali alterazioni per non prendere abbaglio. L'acido acetico non altera tanto la loro forma quanto la loro sostanza, rendendoli un poco opachi e finissimamente granulosi. Del resto a molte altre alterazioni provocate o spontanee vanno soggetti qnesti cilindretti, sul chè noi non ci tratterremo, potendosene trovare degli estesi ed esatti dettagli nel sapiente trattato di *Anatomia Generale* di Henle (1).

La somma trasparenza e la tenuità di questi cilindretti impedisce di vedere qual sia la costituzione della loro intima tessitura: di fatto esaminati nel loro stato naturale essi compariscono perfettamente omogenei, ma non tardano poi a manifestarsi delle apparenze, provocabili ancora con l'acqua, che possono fino ad un certo punto mostrare qual sia la loro intima tessitura. Prescegliendo per tali ricerche i grossi cilindretti della retina dei Batraci, fra quelli trattati con acqua molti se ne vedono che pongono in evidenza una infinità di delicatissime strie trasverse, in simil modo disposte come nei primitivi fasci musculari striati, o più all'ingrosso nei prismi dell'organo elettrico della Torpedine: per il che è da presumersi che questi cilindretti siano formati di elementi tenuissimi in forma di dischi sovrapposti gli uni agli altri, senza che siano distintamente visibili nello stato naturale a motivo della loro immediata connessione. Questa interpretazione è perentoriamente confermata dalla forma della rottnra che presentano i cilindretti allorquando con qualche mezzo meccanico si giunge a romperli, o si trovino già rotti. Di fatto la rottura che presentano allora questi cilindretti è sempre trasversa alla loro lunghezza, come è trasversa la rottura dei fasci musculari primitivi striati. Ora noi sappiamo per

(1) Vedasi pure la bella memoria citata di Hannover, che ha trattato qnesto soggetto nel modo il più completo. Dispiacemi di non avere ricevuto in tempo questo lavoro di Hannover, per poterne profittare in nuove osservazioni così delicate.

un profondo lavoro di Bowman (1), e per un saggio di Stadelmann (2), che i fasci musculari primitivi striati sono formati di piani o dischi sopraposti (costituiti da grandissima quantità di tenuissimi granuli), i quali dischi a motivo dei loro intervalli offrono l'apparenza di strie trasverse sul fascio musculare primitivo; perciò la rottura di questi fasci, resultando dal distacco di quei piani dee necessariamente comparire trasversa. Egualmente accade nei cilindretti della membrana di Jacob, nei quali manifestansi, come dicemmo, tenuissime strie trasverse allorquando l'acqua od altri fluidi tendono a disgregare le loro parti costituenti; onde è evidente che queste parti debbono consistere in altrettanti dischi sovrapposti, come lo indicano le apparenze microscopiche e come lo mostra la rottura trasversa dei cilindretti medesimi, che al pari di quelli musculari sembrano involti da una vagina, membrana sottilissima ed amorfa. Ma d'altra parte la materia di cui i cilindretti son formati è essa di natura nervosa? I rapporti e l'analogia di questi cilindretti con altre parti che andiamo a descrivere, potranno in qualche modo dilucidare almeno una tale importantissima questione.

Fra i cilindretti della membrana di Jacob s'incontrano altri corpi più o meno conici o piriformi (Fig. 10ª, n, m), che per la prima volta sono stati descritti da Treviranus, e che Hannover, fin dal 1840, distinse col nome di *Coni gemelli.* Questi corpuscoli trovansi disseminati ad intervalli regolari fra i cilindretti della membrana di Jacob nei Mammiferi e nei Pesci, ma negli Uccelli e nei Rettili non mi è avvenuto trovarne. La loro lunghezza è ¾ circa di quella dei Cilindretti, ma hanno un diametro trasverso tre o quattro volte maggiore. Nella specie umana ho trovata la

(1) *On the minute structure and movements of voluntary muscles*, nelle *Philosophical Transactions*. London 1840. pag. 457.

(2) *Sectiones transversae partium elementarium corporis humani*. Turici 1844.

loro lunghezza = 0,0156, ed il loro diametro trasverso nel punto più largo era = 0,0093. Per vedere la loro posizione fra i cilindretti basta osservare la retina in piano sulla sua faccia esterna o convessa: in questa posizione abbiamo sotto gli occhi la membrana di Jacob, i cilindretti della quale si presentano per la loro estremità esterna, sotto forma di tanti piccolissimi dischi trasparenti, fra i quali ad intervalli regolari se ne vedono dei più grandi che corrispondono ai *coni gemelli*.

I coni gemelli come lo indica il loro nome trovansi spesso riuniti a coppia, vale a dire due della medesima specie riuniti, come d'ordinario si incontrano nei Pesci (Fig. 10ª, C n,m), nei quali ora si vedono due di questi coni semplicemente addossati e contigui (C n), ed ora affatto uniti insieme ed immedesimati nella estremità che corrisponde alla coroide (C m). Ma nei Mammiferi e specialmente nell'Uomo ho trovato che più frequentemente uno di questi coni si accoppia unendosi per la estremità esterna con un cilindretto ordinario (fig. 10ª, B), per il che formano in tal caso delle coppie eterogenee piuttosto che gemelle. È per altro frequente ancora il caso sì negli uni che negli altri Vertebrati di trovare di questi *coni* non accoppiati in alcun modo con altri coni o cilindretti. Comunque sia ciò, il fatto più importante a notarsi si è la unione indifferente di due coni fra loro, o di un cono e di un cilindretto, perchè questo fatto dimostra che i coni ed i cilindretti sono due formazioni ben poco dissimili, e forse identiche sostanzialmente, più che in altro differendo nella forma esteriore. I coni adunque non sarebbero che una trasformazione dei cilindretti, o *viceversa*, potendosi di più osservare a conferma di ciò che la estremità esterna di molti coni presenta una porzione di cilindretto ordinario non per anche modificato (fig. 10ª, B,C).

Questa interpretazione può condurre in qualche modo a rinvenire la significazione dei *cilindretti*, potendosi

determinare quella dei *coni*. Ora a me sembra che, indipendentemente dalla forma, i coni abbiano molta simiglianza con le *cellule nervose*. Di fatto mentre nella retina molto fresca, al pari delle cellule nervose, i coni si presentano assai trasparenti e lisci, come gli ha osservati Henle, pure se si esaminano alcune ore dopo la morte, o trattandoli con acido acetico, essi si presentano granulosi come le *cellule nervose*, e come in queste l'endosmosi distacca una sottilissima membrana superficiale ed amorfa (fig. 10ª, C n), sulla faccia interna della quale sono depositate le granulazioni finissime che sì le *cellule nervose* che i *coni* presentano. Ammettendo la legittimità di questi punti di analogia fra le *cellule nervose* ed i *coni*, come fra i *coni* e i *cilindretti*, noi possiamo avanzare che la membrana di Jacob è di natura veramente nervosa, e parte integrante della retina, ciò che da alcuno si era dubitato. Ma le osservazioni seguenti vengono ancora in conferma di tale interpretazione.

Tanto i *cilindretti* che i *coni* portano attaccati, ciascuno alla loro estremità interna, dei corpuscoli rotondi (fig. 10ª e,e,e), i quali hanno un diametro medio fra quello dei *nuclei nervosi* (del 4° strato), e quello delle *cellule nervose* (del 2° strato), delle quali ultime hanno tutte le apparenze, e formano, come già dicemmo, la *stratificazione complementaria* del 4° strato (fig. 6ª, 7ª, E). Questi corpuscoli, che si incontrano in tutte le Classi dei Vertebrati, si distaccano facilmente dal 4° strato, per rimanere uniti ai cilindretti ed ai coni, pure spesso si distaccano ancora da questi, ma non ostante ciò è evidente che per essi è stabilita una materiale unione nervosa fra la membrana di Jacob ed il resto della retina, che anzi la loro struttura fa presumere che essi stabiliscano un passaggio dalle accennate formazioni gangliari (*nuclei nervosi*, 4° strato; *cellule nervose*, 2° strato) alle particolari e specifiche forme dei *coni* e dei *cilindretti*.

Nell'Uomo questi corpuscoli rotondi, formanti la *stratificazione complementaria* del 4° strato, sono più o meno trasparenti e finissimamente granulosi come le *cellule nervose*, egualmente che nella Salamandra aquatica, ma gli ho ritrovati affatto trasparenti e senza granulazioni nella retina di Bove, la qual differenza si deve probabilmente a delle alterazioni che abbiamo già notate nelle *cellule nervose* del 2° strato. Poichè questi corpuscoli rotondi che stanno attaccati ai cilindretti ed ai coni, hanno un diametro maggiore di quello dei cilindretti, così è naturale che questi ultimi, essendo paralelli fra loro, stiano ad una certa distanza reciproca come gli ho rappresentati nella figura schematica (fig. 12ª, F), per il che lo spazio resultante è presumibilmente occupato da un plasma trasparente, destinato forse alla loro nutrizione.

Anche sull'altra estremità dei *cilindretti*, che è in rapporto con la coroide, vedesi ordinariamente un corpuscolo o globulo più o meno grosso. Questo globulo che noi chiameremo *terminale* si distingue dal cilindretto a cui appartiene, o per una linea trasversa che lo separa da esso, o per un diametro maggiore di quello del cilindretto, o per un colore più o meno differente. Nella specie umana è raramente visibile questo *globulo terminale*, perchè non ha nè un colore nè un diametro differente da quello dei cilindretti, mentre d'ordinario la linea trasversa di demarcazione è quasi indiscernibile, sicchè questo globulo ha quasi l'apparenza di un frammento di cilindretto rimasto ad esso attaccato: non è per altro così dubitabile la sua esistenza nella retina di Bove e di tutti gli Uccelli. Nel Bove questo globulo è allungato ed ha un diametro trasverso assai maggiore di quello dei cilindretti, essendo esso $= 0{,}0026$; mentre la sua lunghezza è $= 0{,}0033$. Quanto poi agli Uccelli il *globulo terminale* è perfettamente rotondo, e sebbene abbia un diametro eguale o poco minore di quello dei cilindretti, pure si distingue assai

bene perchè d'ordinario è vivamente colorito in rosso od in giallo, quantunque sianvene molti affatto incolori.

Osservando la retina in piano sulla faccia esterna o convessa negli uccelli, si vede che i *globuli terminali* coloriti sono regolarmente distribuiti in modo da formare nella loro disposizione dei poligoni pentagoni od esagoni, cioè della stessa forma delle cellule pigmentarie, mentre l'area dei poligoni è occupata dai *globuli terminali* incolori. Ciascun lato di quei poligoni è formato di tre o quattro di tali globuli coloriti, mentre l'area è occupata da cinque o sei di quelli incolori. Ogni cellula pigmentaria coincide esattamente con ciascuno di quei poligoni, onde i globuli coloriti corrispondono perfettamente al perimetro poligonare delle cellule pigmentarie, mentre i non coloriti corrispondono all'area o faccia interna delle cellule medesime.

Una disposizione simile sembra adottata dai *cilindretti* attorno ai *coni* nei Mammiferi e nei Pesci, corrispondendo la estremità esterna dei coni all'area delle cellule pigmentarie, e la estremità esterna dei cilindretti al perimetro poligonare di quelle cellule medesime.

Le cellule pigmentarie negli uccelli mandano sul loro perimetro dei brevi prolungamenti lungo un piccolo tratto di quei cilindretti che corrispondono al perimetro medesimo, prolungamenti che formano così delle specie di vagine (fig. 6ª, 7ª, G), nelle quali è contenuta la estremità esterna di quei cilindretti che hanno il *globulo terminale* colorito: gli altri cilindretti poi, a globulo terminale incoloro, corrispondono all'area delle cellule e perciò son privi di questo rudimento di vagina pigmentaria. Del resto l'invaginamento parziale di molti cilindretti nelle cellule pigmentarie è il mezzo evidente della unione della retina con la coroide negli uccelli: ma non si conosce per qual modo si colleghino queste due parti negli altri Vertebrati se non forse per un filetto di cui sarebbero provisti i *globuli terminali* dei cilindretti, il quale secondo Pappenheim

ed Hannover si impianterebbe nelle cellule pigmentarie.

Descritti particolarmente i cinque strati dei quali si compone la retina dei Vertebrati, noi dobbiamo ora considerare questi strati nel loro insieme e nei loro limiti od estensione, perciò io dirò ancora poche parole intorno a ciò che ebbi occasione di osservare circa al *foro centrale* della retina dell'Uomo. Secondo le mie osservazioni questo foro consiste nella mancanza di tutti e cinque gli strati descritti, come precisamente è il foro che trovasi in corrispondenza della entrata del nervo ottico nella retina dei Conigli, onde lo spazio che racchiude il foro centrale è ripieno da un umore perfettamente trasparente. Il suo contorno non comparisce frastagliato e irregolare se non allorquando gli elementi morfologici delle parti limitrofe cominciano a disgregarsi. Sembrami poi probabile che all'intorno e più o meno a distanza di questo foro si trovino le anse terminali delle fibre nervose del 1° strato, ma non ho su di ciò alcuna certezza. La *macchia gialla* che circonda questo foro è, come già dissi, limitata interamente al 3° strato.

La limitazione della retina sulla sua circonferenza in rapporto ai processi ciliari è stata un soggetto di tante controversie, che io ho creduto dover fare qualche ricerca in proposito per sapere almeno a qual partito appigliarmi. Secondo le mie osservazioni il 1°, il 4°, ed il 5° strato cessano del tutto in corrispondenza dei *processi ciliari*. Di fatto in questo punto il 1° strato avendo le sue fibre paralelle al *cerchio ciliare* è separato da questo per mezzo della ripiegatura della *membrana limitante* (fig. 7$^a$, I. fig. 12$^a$, I) quale ho già precedentemente segnalata. Quanto al 4° ed al 5° strato, necessariamente si arrestano al cerchio ciliare, perchè la loro spessezza trovasi a livello della spessezza del cerchio ciliare medesimo. Restano adunque il 2° ed il 3° strato a riguardo dei quali ecco ciò che possiamo avanzare circa la loro prolungazione sul cerchio

ciliare. Osservando il cerchio ciliare unitamente ad una porzione di retina, piegata nel modo solito e nella direzione dei meridiani del globo oculare, si vede prima di tutto la terminazione del 4°, e del 5° strato, non meno che del 1° quando si usi molta attenzione, perchè questo strato per la sua sottigliezza è molto difficile a vedersi in tal punto. Allora sul cerchio ciliare e specialmente negli intervalli dei processi ciliari vedonsi delle grosse fibre o fasci di fibre indistinte, disposte paralellamente ai processi ciliari. Attorno a queste fibre o fasci di fibre vedonsi ancora aggruppati dei corpuscoli simili alle *cellule nervose* del 2° strato. Non è difficile riconoscere che queste grosse fibre, o fasci di fibre, stando alluogate negli intervalli dei processi ciliari, corrispondono alle dentature della *ora serrata* della retina, sicchè apparisce che da quelle dentature si prolunghino le fibre del 3° strato, le quali ad intervalli regolari e corrispondenti ai processi ciliari si estendono sul cerchio ciliare, accompagnate dalle *cellule nervose* del 2° strato. Poichè per loro natura gli elementi morfologici del 2° e 3° strato formerebbero nella retina, come si disse, un vero sistema gangliare, così quegli elementi morfologici prolungandosi sui processi ciliari, e forse fino alla iride ancora, sembra che possano servire ai rapporti simpatici, per mezzo dei quali queste parti senza alcun dubbio son legate alla retina.

Recapitolando ora quanto superiormente ho esposto sulla intima tessitura della retina, ricorderò che noi la abbiamo trovata costituita da cinque strati differenti, e nel modo seguente composti. Il 1° o più interno strato, formato di *fibre nervose bianche*, terminate ad ansa; il 2° formato di un sol piano di *cellule nervose*; il 3° formato di fibre *nervose grigie* che terminano nelle cellule nervose dello strato precedente; il 4° formato di quattro o cinque stratificazioni di *nuclei nervosi*, più una stratificazione complementaria di corpuscoli simili alle cellule nervose

del secondo strato; il 5° formato dai *cilindretti* e dai *coni* della *membrana di Jacob.* Di questi cinque strati quelli due formati di fibre gli abbiamo veduti assottigliarsi dal centro alla circonferenza della retina, mentre gli altri strati conservano una eguale spessezza. Il *foro centrale* nella retina umana lo abbiamo trovato interessare tutti e cinque gli strati; mentre la *macchia gialla* si è veduta appartenere al solo 3° strato, il quale nel resto della sua estensione ha un colore particolare. Finalmente il 1°, il 4°, ed il 5° strato gli abbiamo veduti arrestarsi al cerchio ciliare, mentre gli elementi morfologici del 2°, e del 3° si prolungano sul cerchio ciliare, e forse ancora sulla iride.

Senza dare molta importanza alle misurazioni assolute che abbiamo determinate in questi cinque strati, essendoci proposti di determinare invece le loro dimensioni relative, le quali sono più facili ad ottenersi e di maggiore importanza, pure credo non sia inutile porre a confronto la spessezza dei cinque strati, almeno della retina umana, nella quale abbiamo trovate le seguenti dimensioni.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1° | strato | = 0,0100 | di millimetro. |
| 2° | » | = 0,0186 | » |
| 3° | » | = 0,0457 | » |
| 4° | » | = 0,0496 | » |
| 5° | » | = 0,0246 | » |

La somma di queste cinque misurazioni, che rappresentano la spessezza totale e media della retina umana, in un punto eccentrico del segmento posteriore del globo oculare, trovasi essere = 0,1485. Questo valore può essere ridotto senza grande errore alle due prime cifre decimali, cioè = 0,14, avuto specialmente riguardo al leggiero slargamento che produce sul bordo ripiegato della retina la compressione dei due cristalli, quantunque leggiera e graduata. Tale è dunque la misura assoluta della spessezza media della retina dell'Uomo in un punto eccentrico del segmento posteriore del globo oculare: ma dopo ciò che

abbiamo detto, quella misura deve essere maggiore o minore a seconda che si consideri in maggiore prossimità del centro o della circonferenza della retina medesima; se non che la differenza non può essere se non che di qualche centesimo di millimetro, dipendendo essa dallo assottigliamento dei due soli strati di fibre nervose.

Poichè la importanza di un fatto, quando non sia immediatamente evidente di per sè, deesi dedurre dalla sua generalità o dalla concomitanza di altri fatti riconosciuti importanti, perciò io ho creduto dover determinare la estensione che ha nel Regno Animale il tipo che ho descritto della intima tessitura della retina, onde determinare qual sia la importanza che lo accompagna. Si avrà già notato come ho descritto questo tipo quasi indifferentemente in tutte le Classi dei Vertebrati, non avendo incontrate differenze veramente essenziali in alcuna specie di esse; sicchè non vi sarebbe bisogno al presente di ripetere che questo tipo si conserva eguale in tutte quelle Classi. Ma poichè in molti casi non ho rammentate che poche specie, ed ho tralasciato ancora di distinguere qualche Sotto-Classe, perciò io debbo dichiarare che non ho particolarmente nominate che quelle specie più comuni, a riguardo delle quali, nella frequenza delle osservazioni, ho potuto prendere delle misurazioni dei differenti strati della retina e dei loro elementi; avendo inoltre esaminate molte altre specie di Vertebrati, nè avendo mancato di prenderne ancora distintamente nelle due Sotto-Classi dei Rettili (Rettili proprii, ed Amfibii), e dei Pesci (Osteopterigi, e Condropterigi), quantunque sarebbe stato desiderabile l'esaminare la retina dei Ciclostomi, i più inferiori fra tutti i Vertebrati. Dopo di ciò, se a qualche utile sono destinate le diverse Classificazioni zoologiche, che tuttogiorno si vanno perfezionando, noi non potremo negare che posta l'esattezza delle mie osservazioni, la tessitura della retina sia tipicamente la stessa in tutti i Vertebrati. Ma appropriato ad essi que-

sto tipo di tessitura, conveniva ricercare se almeno nei più elevati Invertebrati si rinvenga. A questo effetto io ho portate le mie indagini sopra delle specie più elevate delle grandi divisioni dei Molluschi e degli Articolati.

Circa ai Molluschi ho scelto a questo scopo la *Saepia officinalis*. Ma prima di entrare nei dettagli sulla tessitura della retina di questo animale, io debbo premettere alcune osservazioni sulla struttura dell'occhio in tale specie, che rendonsi indispensabili a motivo che qualche elemento morfologico che nei Vertebrati appartiene alla retina propriamente detta, in questa specie di Molluschi trovasi sul tragitto delle fibre del nervo ottico, e non già nella retina propria.

Il globo oculare della Seppia è limitato da una membrana che in parte ha l'apparenza ed i rapporti di *schlerotica*, ed in parte di *coroide*. Non essendo nostro scopo di discutere tal questione, procediamo ad osservare che le fibre nervose, che emanano dal *gran ganglio ottico* penetrano nel globo oculare a traverso a molti punti di quella membrana, la quale riguarderemo come schlerotica con Carus, e Krohn. Penetrate quelle fibre a traverso alla schlerotica, formano con altri elementi morfologici un grosso strato nervoso di aspetto gangliare, il quale sta aderente alla faccia interna della schlerotica medesima; strato nervoso che io non credo sia stato fin ora indicato da Anatomico alcuno. A questo strato nervoso succede, procedendo verso il centro del globo oculare, un grosso, molle e nero strato di pigmento, e questo è seguito dalla retina propria che trovasi contigua alla jaloide. La retina propria, nell'animale morto da due o tre giorni, mostrasi come membrana quasi indipendente, poichè si distacca in tutta la sua estensione dal pigmento che la ricopre al di fuori; sicchè mentre una piccola parte di questo pigmento resta aderente alla superficie esterna o convessa della retina, la massima parte rimane al suo luogo, ricoprendo quello strato nervoso

che aderisce alla faccia interna della schlerotica. Quest' ultimo strato nervoso occupa molta estensione, e da esso emanano le fibrille nervose, che traversando lo strato del pigmento vanno a formare la retina. Premesso ciò, ecco le osservazioni istologiche che ho istituite.

Piegando un frammento di retina nel modo che ho usato nei Vertebrati si possono apprezzare i suoi rapporti, la sua spessezza, il suo colore, e la sua tessitura complessa. Si vede allora la retina limitata alla sua faccia interna dalla membrana jaloide, non avendo trovata una membrana distinta, corrispondente a quella che nei Vertebrati ho chiamata *membrana limitante*, sicchè queste due membrane ne formano tutt' una in questa specie almeno, nella quale ha una spessezza $=0,0046$. Sulla sua faccia esterna o convessa la retina è limitata dalle cellule pigmentarie, alcune delle quali, come vedremo, si prolungano per un piccolo tratto nella sua spessezza.

La spessezza della retina si conserva eguale in tutta la sua estensione, ma varia a seconda della grandezza dei diversi individui di questa specie di Molluschi. In una Seppia di 20 centimetri dalla testa alla estremità posteriore del corpo la spessezza della retina era $=0,2731$; mentre in un altro individuo di 11 centimetri quella spessezza era $=0,1922$. Il colore della retina, essendo assai trasparente, non è facilmente apprezzabile, ma trattata con l'acqua si opaca e mostra un colore rossiccio-vinoso, che si fa giallo trattandola poi con acido idroclorico od acetico. Quanto alla sua tessitura complessa si manifesta con tutta evidenza sotto un moderato grado di compressione, ed allora apparisce chiaramente fibrosa nel senso della sua spessezza (fig. 13ª, A), indicando così la disposizione e direzione dei suoi elementi morfologici.

In questo tipo di tessitura non appariscono, come nei Vertebrati, degli strati particolari, se non che verso il bordo libero della piegatura, invece della struttura fibrosa,

si vede un ammasso informe di vessicole più o meno grandi (B), miste confusamente ad altre parti indecise (1). Per vedere distintamente gli elementi morfologici dei quali è formata la retina basta ridurla in frammenti, dividendola nel senso della sua struttura fibrosa, ed a questo effetto tenuta nell'acqua per breve tempo si rende così facilmente decomponibile, che sbattendone un frammento in una goccia d'acqua, esso si riduce interamente in fibre più o meno aggregate od isolate.

Allorquando le fibre si ottengono isolate (fig. 14), vedonsi schiacciate, avendo l'aspetto di tanti nastri o fettuccie con margini grossi e rilevati, perciò non si tarda a riconoscere che tutte queste fibre resultano dall'accoppiamento di due fibre più sottili, tenute insieme da una tenuissima membrana intermedia. Noi chiameremo *fibre doppie* le prime, *fibre semplici* o elementari le seconde.

Le *fibre doppie* formano la totalità della retina: esse sono sempre diritte, perciò la loro lunghezza equivale esattamente alla spessezza di essa. La loro larghezza dipendendo dalla maggiore o minore distanza a cui si trovano le due fibre semplici, perciò questa larghezza varia fra 0,0050 e 0,0030. Il diametro delle fibre semplici è = 0,0010. Per costituire una fibra doppia, due fibre semplici sono riunite da una sottilissima membrana intermedia, trasparente ed amorfa, nella quale cioè nell'intervallo di due fibre semplici vedonsi talvolta dei nuclei di cellula (C, E); ma questi nuclei non si vedono facilmente

(1) Io non dubito che nell'animale freschissimo si veda uno strato regolare di vessicole o corpuscoli formare la superficie interna della retina in questi animali, come può argomentarsi dalle osservazioni che seguono. Avendo fatte la maggior parte di queste osservazioni nel Settembre mentre io era in Pistoja, non ho potuto procurarmi delle Seppie se non che molte ore dopo la morte a motivo della non piccola distanza dal mare. Prego a tener conto di questa circostanza quei che saranno in miglior caso di ripetere tali osservazioni, tanto più se potranno esaminare l'animale morto all'istante.

se non che nel caso di fibre doppie molto larghe. Oltre a ciò sulla superficie di queste fibre (A, B) si vedono attaccati dei piccolissimi corpuscoli che facilmente si distaccano, e che sono situati a degli intervalli assai grandi ora sopra un lato della fibra, ora sull'altro alternativamente, ed ora sul mezzo. Il diametro di questi corpuscoli è = 0,001. Refrangendo essi molto la luce, ad un ingrandimento di 467 diametri compariscono oscuri, e 584 presentano un punto trasparente centrale, ed a 240 un centro oscuro ed un perimetro chiaro: essi son dunque affatto trasparenti.

Le due fibre semplici, formanti la fibra doppia, nella estremità corrispondente alla superficie concava della retina si riuniscono ad ansa. Questa ansa talvolta si vede ristretta e chiusa come le anse terminali del 1° strato dei Vertebrati (A, B fig. 14), ma d'ordinario si vedono delle anse molto larghe formanti un cerchio regolarissimo (C, D, E, F), il quale circonda una vessicola trasparentissima che mostra talvolta un nucleo nell'interno (D, E). Qualche volta si osserva sul tragitto di una fibra doppia un divaricamento circolare delle due fibre semplici, che comprendono in quel punto una vessicola eguale (E). I cerchii terminali e le vessicole che comprendono corrispondono alla faccia interna o concava della retina. Fra queste formazioni globulari se ne vedono ancora molte altre che vengono distrutte immediatamente dall'acqua. Queste ultime formazioni trattate con acido acetico pongono in evidenza, oltre un nucleo ed un nucleolo, ancora una sostanza granulosa che dà loro tutte le apparenze delle *cellule nervose* dei Vertebrati. Questi corpuscoli ancora stanno attaccati alla estremità interna delle fibre doppie, dalle quali facilmente si distaccano. Sì questi corpuscoli, che le vessicole comprese nei cerchii terminali, esistendo congiuntamente sulla faccia interna della retina, mi è sembrato che siano le stesse formazioni, che non differirebbero che per un diverso gra-

do di evoluzione; ma ciò non può assolutamente decidersi senza esaminare la retina dell'animale appena morto.

Il diametro di ambe queste formazioni globulari varia non solo naturalmente ma ancora a motivo della grande propensione alla endosmosi sì postuma che accidentale; perciò lo ho trovato variare fra 0,0123 e 0,0210. Aumentando per la endosmosi il diametro delle vessicole contenute nei cerchii terminali, avviene talvolta che questi si rompono in un punto.

La estremità opposta delle fibre doppie della retina si immerge nello strato pigmentario. Ciascuna delle fibre doppie si decompone allora nelle due fibre semplici (F), le quali traversando lo strato del pigmento vanno ad immergersi nello strato gangliare che abbiamo già notato alla faccia interna o concava della schlerotica.

Lo strato del pigmento è formato da una immensa quantità di cellule pigmentarie. Quelle più prossime alla retina hanno una forma semilunare (fig. 13ª, C), e sono addossate ad una vessicola trasparente, mentre le altre sono più o meno irregolarmente rotonde o poliedre. Le cellule pigmentarie semilunari fanno evidentemente transizione ad altre cellule pigmentarie che sono allungate, e che stanno aderenti lungo le fibre nervose doppie nella parte corrispondente alla massa del pigmento. La disposizione di queste ultime cellule richiama alla mente i prolungamenti vaginali delle cellule pigmentarie analoghe degli Uccelli, ove tali vagine abbracciano la estremità esterna dei cilindretti della Membrana di Jacob; mentre d'altra parte preparano a vedere sezionare la retina in altrettante retine secondarie, quante sono le cornee secondarie nell'occhio di molti Articolati.

Nella massa del pigmento, fra le cellule pigmentarie, oltre le fibre nervose elementari che dallo strato gangliare vanno alla retina, si trova ancora una grandissima quantità di corpuscoli nucleari rotondi od angolosi (fig. 13ª, C).

Questi corpuscoli hanno tutti i caratteri di quelli che formano il 4º strato nella retina dei Vertebrati: essi di fatto sono provvisti ancora di un nucleolo e talora di due, ed in alcuni, ma rari, una sostanza granulosa è depositata sulla loro superficie, tanto da convertirli quasi in *cellule nervose*. Il diametro di quei nuclei è molto meno variabile che nelle altre formazioni globulari, onde si trova ordinariamente = 0,0063. Questi nuclei si osservano talvolta attaccati alle fibre nervose che vanno alla retina, ma non se ne trovano nella spessezza della retina propria. La loro quantità è immensa nello strato gangliare posto all'interno della schlerotica, ma sono più abbondanti nella parte di questo strato contigua al pigmento che nella parte contigua alla schlerotica ove predominano le fibre nervose. Sembra in egual modo quasi interamente formato di fibre nervose e di quei corpuscoli nucleari il gran ganglio ottico posto fuori del globo oculare.

Circa alla retina degli *Articolati* ho avuto luogo ultimamente di assicurarmi essere la sua struttura fondata sullo stesso tipo di quella dei Cefalopodi in questo concetto, cioè che le sue fibre sono dirette nel senso della spessezza come nei Cefalopodi, e non già nel senso della larghezza come nei Vertebrati, onde esse son rivolte nella direzione dell'asse oculare, sicchè la loro estremità periferica principalmente è sottoposta all'influsso della luce. La specie che particolarmente ho prescelta in questa parte del Regno Animale è la *Mosca comune* o *domestica*. In essa si vedono le fibre nervose destinate alla retina partire dai lati del gran *ganglio cerebrale*, traversare un grosso strato di pigmento, quindi *accoppiarsi* come nei Cefalopodi per formare la retina. Queste fibre dunque riunendosi costituiscono una *fibra doppia* che termina ad ansa ristretta e chiusa. Il diametro di una *fibra semplice* è = 0,0025: quello di una fibra doppia = 0,0077, sicchè le due fibre semplici sono separate da un intervallo presso a

poco eguale al loro diametro. La loro lunghezza è assai considerabile, e presentano nel tratto dell'accoppiamento un colore giallo, molto atto a giustificare le opinioni di Melloni. Inoltre le fibre doppie sono circondate da un involucro di sostanza grannlosa, perfettamente simile a quella che forma il gran ganglio cerebrale. Del resto ogni fibra doppia è circondata ancora da una *vagina pigmentaria* più o meno completa nei diversi Articolati, la quale quando sia completa, come nella Mosca, forma una *coroide* a ciascuna fibra doppia, e questa costituisce allora una retina particolare, che corrisponde ad una cornea speciale dando luogo così agli *occhi composti* di molti Articolati. Se le vagine pigmentarie non siano complete, la retina conserva la sua individualità funzionale, come lo mostra l'unica cornea generale che le corrisponde, costituendo in tal guisa gli *occhi semplici* degli altri Articolati.

Tentando ora un qualche ravvicinamento fra il tipo della retina dei Cefalopodi o degli Articolati e quella dei Vertebrati farò prima di tutto osservare che la retina dei primi non contiene che una sola qualità di fibre nervose. Queste fibre per la forma della loro terminazione ad ansa sembra che corrispondano a quelle del 1° strato dei Vertebrati, mentre per la loro costituzione e per i loro rapporti corrisponderebbero a quelle del 3° strato. Il 2° strato dei Vertebrati noi lo troviamo rappresentato da quella congerie di corpuscoli che vedemmo sulla faccia concava della retina dei Cefalopodi. Quanto al 4° strato dei Vertebrati è chiaramente rappresentato dai numerosissimi *nuclei nervosi* che nei Cefalopodi trovansi dispersi su varii punti del tragitto dei nervi ottici, a cominciare dallo strato pigmentario, come vedemmo nello strato gangliare situato sulla faccia concava della schlerotica, e finalmente nel gran ganglio ottico. Senza decidermi se esistano o no nei Cefalopodi degli elementi morfologici analoghi a quelli della Membrana di Jacob, poichè a questo effetto bisogna avere degli animali freschissimi, potreb-

bonsi nel caso negativo considerare come elementi analoghi quelle vessicole trasparenti sulle quali stanno addossati alcuni corpuscoli pigmentarii di forma semilunare che abbiamo già notati immediatamente sulla superficie esterna o convessa della retina; essendo che sì queste vessicole trasparenti che i cilindretti della membrana di Jacob stanno in immediato contatto con dei corpuscoli di pigmento. Segue da ciò che la retina dei Vertebrati può essere ridotta alla retina propria dei Cefalopodi facendo astrazione dal 1°, 4°, e 5° strato della prima, perchè alcuni elementi morfologici di questi strati o mancano nei Cefalopodi (i *cilindretti* della Membrana di Jacob), o sono altrove situati (i *nuclei nervosi*), o finalmente perchè le condizioni di uno strato che sembra mancare (il 1° strato) sono confuse con quelle di un altro che realmente esiste (il 3° strato). Il 2° ed il 3° strato adunque della retina dei Vertebrati corrisponderebbero alla retina propriamente detta dei Cefalopodi. Ma poichè la direzione delle fibre nervose ne è un poco differente, io debbo fare riflettere che le fibre nervose della retina dei Vertebrati penetrano nell'occhio per un punto ristretto del segmento posteriore del globo oculare, onde giunte al di dentro, per espandersi in strato o membrana debbono necessariamente dirigersi nel senso della larghezza della retina: al contrario nei Cefalopodi esse penetrano nel globo oculare per moltiplici punti e per una molto maggiore superficie, che anzi giunte entro il globo oculare formano con altri elementi lo strato gangliare già notato sulla faccia concava della schlerotica, perciò le fibre nervose, sorgendo da tutta la superficie di quello strato per andare a formare la retina, non vi ha luogo che esse si dirigano nel senso della larghezza ma invece nel senso della spessezza della retina medesima: onde come ognun vede la differenza della direzione delle fibre nervose è puramente dipendente dal modo col quale penetrano entro il globo oculare. Poichè a parità di spes-

sezza della retina dei Cefalopodi, e del 2°, e 3° strato uniti dei Vertebrati, le fibre nervose della retina dei primi sarebbero per assai minor tratto sottoposte alla influenza della luce, è a ciò, cui credo si debba la maggiore spessezza della retina dei Cefalopodi in confronto di quella dei Vertebrati, anche presi insieme i cinque strati di questi. Un confronto simile potrebbe essere stabilito fra la retina degli Articolati e quella dei Vertebrati.

Non potendo essere che azzardata qualunque deduzione fisiologica che nello stato presente si potesse rilevare dai fatti esposti, non dobbiamo per ora occuparci che ad assicurare alla Scienza quelli acquistati ed accumularne dei nuovi, onde nel loro complesso possa trovarsi la formula tipica e fondamentale, dalla quale dee prender principio ogni deduzione fisiologica. Noi dunque andremo frattanto a convalidare le nostre osservazioni nella parte seguente.

## CAPITOLO III.

*Considerazioni critiche sulle principali ricerche istituite circa la tessitura intima della retina dei Vertebrati.*

Lo scopo di queste critiche considerazioni è quello di mostrare, 1° i punti principali nei quali le mie osservazioni trovansi d'accordo con quelle di altri osservatori, onde il lettore possa ricevere con maggior fiducia ciò che può esservi di più positivo; 2° e di accennare i punti di discrepanza: ma in questa congiuntura le mie osservazioni potrebbero valere quanto quelle di un altro e forse meno, se io non mostrassi per quali motivi esse ne debbano differire; per conseguenza il lettore potrà facilmente giudicare da qual lato si trovi la verità.

Dietro ciò ho divisato di passare in rivista le principali ricerche istituite in questi ultimi tempi sulla tessitura intima della retina, sperando poter dare un miglior compimento a questo lavoro, il quale senza un adequato confronto con ciò che era stato fatto anteriormente, sarebbe stato certamente incompleto. Ma prima di entrare in materia debbo avvertire che per analizzare coordinatamente i principali lavori stati intrapresi sin qui, egli è necessario riferirli ad un termine comune; onde noi gli riferiremo al tipo di struttura che abbiamo descritto. Con ciò vedremo che sì gli elementi morfologici della retina quanto gli strati che essi formano erano tutti più o meno conosciuti, ma con questa eccezione per altro, che quelli che erano stati veduti da un Micrografo, erano rimasti inosservati, o stati negati, o diversamente interpretati da un altro, e *viceversa*.

Uno dei più cospicui motivi di queste differenze si è l'essere stata osservata la retina o decomposta in frammenti informi ed insignificanti, ovvero averla osservata in piano senza ripiegarla nel modo che ho usato d'ordinario: perciò nel primo caso si avrà potuto vedere tutti o quasi tutti gli elementi morfologici che la compongono, ma in quella maniera disgregati e disciolti potevano essere ben poco determinabili i loro rapporti e la loro naturale aggregazione, onde ciò che si dice *tessitura* non poteva esser veduta, perchè era rimasta distrutta. Nel secondo caso poi avendosi osservata la retina in piano senza ripiegatura, si saranno veduti gli elementi morfologici aggregati naturalmente e disposti a strati, ma alcuni di questi strati, essendo molto sottili e molto trasparenti, dovevano necessariamente confondersi con altri strati sottoposti o soprapposti, ovvero passare inosservati, vedendosi essi gli uni a traverso degli altri. È perciò dunque che se vedremo diversificare il tipo che ho descritto, da ciò che è stato mostrato da altri, dovremo sempre ricordarci che ciò è dovuto ai particolari metodi che ho messi in pratica, e

che ho descritti ove la occasione ha portato, perchè si verifichi ciò che ho potuto avanzare.

Prima che comparisse un distinto lavoro di Gottsche nel 1834 si avevano assai poco precise cognizioni sulla tessitura intima della retina. Solamente Valsalva, Morgagni ed Haller vi avevano riconosciuta una condizione neurofibrosa, che la fece riguardare come una semplice espansione del nervo ottico, e fu dietro questa veduta che dipoi si sperò vedervi più facilmente il modo di terminazione dei nervi. Ma Winslow fu il primo a dubitare con ragione che la retina, a motivo della sua più che mediocre spessezza, consistesse nella pura e semplice espansione del nervo ottico, onde potevasi attendere che altri elementi, oltre le fibre nervose, stessero a complicare la sua struttura. Il primo a distinguere più di uno strato nella retina fu il Fontana, nel 1782, che distinse uno strato di fibre nervose, dallo strato dei corpuscoli *nucleari* confondendolo per altro con gli altri strati; quindi Jacob nel 1818 scoprì un altro strato che è la membrana che porta il suo nome (*Membrana di Jacob*, o il nostro 5° *strato*). Molto si discusse sulla natura di questa membrana e G. F. Meckel fra gli altri supponendola analoga alle sierose la credè sede di quelle ossificazioni che talvolta rinvengonsi fra la retina e la coroide. Dobbiamo per altro con Henle attribuire il merito a Leeuwenhoek di avere per il primo scoperti gli elementi morfologici o i cilindretti della Membrana di Jacob; scoperta che ordinariamente attribuivasi a Treviranus.

Per rinvenire dei resultati un poco più positivi è necessario riportarsi a tempi più a noi vicini. Ehrenberg nel 1833 e 34 descrisse la retina in modo così confuso che mostra chiaramente l'insufficienza del metodo che teneva. Si deve per altro ad esso il merito di aver fissata l'attenzione dei Micrografi su dei piccoli corpuscoli, che egli dimostrò in molte parti del sistema nervoso di diversi ani-

mali, ed in particolare nella retina ove egli gli ritrovò disposti in uno strato particolare (i *nuclei nervosi* componenti il nostro 4° *strato*). Sembrandogli trovare un qualche rapporto di grandezza fra questi corpuscoli nucleari ed i globuli sanguigni, credè poter dedurre che servissero alla nutrizione dei nervi; ma poco dopo Wagner dimostrò l'erroneità di tale opinione. Del resto difficilmente ci faremmo una chiara idea della struttura della retina secondo Ehrenberg ponendo egli la vera retina dietro lo strato dei *nuclei nervosi* da lui illustrati, e facendo traversare questo strato dai vasi sanguigni.

Giungendo al lavoro di Gottsche (1834), si trovano subito caratterizzati assai chiaramente tre strati, dei quali trovò composta la retina nei *Pesci condropterigi*; vale a dire il 1° strato o interno, formato dalle fibrille del nervo ottico; il 2° o medio, di apparenza omogenea, gli sembrò formato di fibre trasverse, quali egli trovò un poco difficile a dimostrarsi, ma essendo poi stato da altri costatato, fu chiamato *Retina Gottsche*: il 3° o esterno, formato di globuli. Ognuno riconoscerà in ciascuno di questi tre strati il nostro 1°, 3°, e 4° strato. Quanto alla Membrana di Jacob, stimandola di natura mucosa, non sembra la riguardasse come facente parte della retina. Due anni dopo in un secondo lavoro parlò di una membrana trasparente e priva di struttura, la quale sostiene le fibrille della espansione del nervo ottico (la nostra *membrana limitante*, che abbiamo mostrata contigua ed aderente a quelle fibre), e determinò esattamente, come pure Langenbeck, la posizione dei vasi sanguigni della retina, ponendoli sulla sua faccia concava od interna.

Se si esamina la retina sulla sua faccia esterna o convessa, ovvero dalla parte della Membrana di Jacob, si possono riprodurre le stesse apparenze, dietro le quali Treviranus nel 1836 descrisse la tessitura della retina. Si vedono allora i cilindretti della membrana di Jacob, che,

stando naturalmente disposti perpendicolari al piano della retina, la compressione dei cristalli gli rovescia e gli riduce orizzontali. In questa posizione disgregandosi un poco lasciano in alcuni punti degli intervalli fra loro, i quali intervalli hanno qualche apparenza di particolari strati, mentre i cilindretti intermedii hanno qualche apparenza di fibre che traversino quegli strati. Alcuni cilindretti poi mostrando bene apparente la loro estremità libera hanno l'aspetto di papille prominenti. Dietro ciò Treviranus credè poter dedurre che queste apparenti papille fossero una speciale terminazione delle fibre del nervo ottico, le quali fibre, secondo lo stesso Autore, dopo aver traversata la coroide, traversano ancora due o tre strati vascolari. Descrisse queste papille o i cilindreti della membrana di Jacob in diversi Vertebrati con assai estensione, sicchè fu a lui attribuita la scoperta di questi elementi. — Senza guardare al cattivo metodo di osservazione che usò Treviranus, e senza neppur tentare un quasi impossibil confronto fra la struttura della retina da lui descritta e quella che noi descrivemmo, dobbiamo nondimeno riconoscergli il merito di avere egli in special modo fissata l'attenzione dei Micrografi sugli elementi morfologici della membrana di Jacob, i quali per la loro singolarità deviarono un poco le ricerche microscopiche dalla investigazione delle altre parti della retina; onde si ebbero poi delle interessantissime osservazioni su questo soggetto da Huschke, Gottsche, Wolkman, Weber, Henle, Remak, Valentin, Hannover, Bidder, Mandl e Pappenheim.

Michaelis nel 1837 fece conoscere la retina come composta di quattro strati, nel modo seguente da lui descritti: 1° strato, esterno (1), di natura sieroso, e punteggiato

(1) La indicazione ordinale degli strati può diversificare a motivo che alcuni Micrografi gli contano dall'interno all'esterno o dalla faccia concava della retina alla convessa, come noi abbiamo fatto; mentre altri con-

di globuli pigmentarii negli uccelli (questo strato evidentemente corrisponde alla membrana di Jacob, od al nostro 5° strato). 2° Strato, granuloso, il più grosso di tutti gli altri, le sue due faccie ricoperte di globuli. Tagliando questo strato verticalmente gli è sembrato formato di cilindri disposti verticalmente (È probabile che questo corrisponda al nostro 4° strato, il più grosso degli altri, formato dai *nuclei nervosi*, i quali come già avvertimmo, allorquando la retina sia molto fresca, questi corpuscoli trovansi regolarmente disposti in serie verticali, quasi altrettante pile, nella stessa direzione dei cilindretti della membrana di Jacob). 3° Strato, formato di fibre nervose elementari sottilissime. 4° Strato, formato di globuli i quali stanno attaccati a fibre elementari, terminando così le fibre del nervo ottico: fra questi due strati pone i vasi sanguigni. — Il 4°, ed il 3° strato di Michaelis sembra che corrispondano al nostro 2°, e 3° strato, formati l'uno di *cellule nervose*, l'altro di *fibre nervose* che terminano in quelle cellule, sicchè non sembra che abbia distinti i due strati di fibre nervose che formano il nostro 1°, e 3° strato, facendole invece tutte terminare in quei corpuscoli, che erroneamente pone più all'interno dei vasi sanguigni. — A questa occasione debbo rammentare quello che già dissi sulla immediata contiguità delle fibre nervose del nostro 1° strato con la *membrana limitante*, la quale è in alcuni punti attaccata al corpo jaloide. Staccando il corpo jaloide non raramente si porta via ancora la membrana limitante e con questa il 1° strato di fibre nervose; allora rimangono a scoperto le vessicole, o *cellule nervose*, che formano il nostro 2° strato, e che si connettono con le fibre nervose del 3°. Ciò spiega le osservazioni di Michaelis,

**tano al contrario cioè dall'esterno all'interno. Avendo voluto conservare l'ordine stesso in cui essi descrivono questi strati, perciò avrò cura di indicare se il loro 1° strato è *interno* od *esterno*.**

di Bidder, di Pappenheim, di Hannover, e di altri distinti Micrografi che hanno vedute delle vessicole trasparenti, granulose, ecc., (o le *cellule nervose* del nostro 2° strato) sulla faccia interna della retina, e le hanno descritte come formanti lo strato più interno di essa.

Nel medesimo anno Valentin descrisse la retina come formata di tre strati, nel modo seguente. Il 1° strato, interno, formato dalle fibre primitive del nervo ottico, disposte a plessi, e terminate ad ansa (questo corrisponde esattamente al nostro 1° strato). Il 2° strato formato di corpuscoli, detti *di deposito*, simili ma un poco più piccoli dei *corpuscoli gangliari*. Egli ritrova i corpuscoli di deposito formati di un involucro trasparente, di un contenuto granuloso, e dotati di un nucleo, e di un nucleolo nel centro (evidentemente questi corpuscoli sono le *cellule nervose* del nostro 2° strato). Il 3° strato formato di globuli di forma angolosa, una macchia centrale (questi caratteri sono identici a quelli dei *nuclei nervosi* che formano il nostro 4° strato). — Secondo Valentin mancherebbe questo solo strato in corrispondenza del foro centrale della retina umana. Il nostro 3° strato gli è passato inosservato; e quanto alla membrana di Jacob non la stimò faciente parte della retina: ma a tal riguardo ha mostrata qualche incertezza sulla costituzione di tal membrana, perchè tre anni dopo ha esternato il dubbio che i *cilindretti* formassero realmente la membrana di Jacob, quantunque avesse riconosciuta la loro posizione sulla faccia esterna della retina; onde gli giudicò allora come facienti parte di essa.

Hannover nel 1840 e nel 1844 ha descritta la retina dei Vertebrati, eccetto che dell'Uomo. Egli distingue nella retina principalmente due parti cioè la *retina propria*, e la sua *sostanza cerebrale*, chiamando retina propria la così detta comunemente *membrana di Jacob.* La *sostanza cerebrale* è situata sulla faccia interna o concava della *retina propria*, ed è formata dalla espansione del nervo ot-

tico e da due strati di *cellule cerebrali.* Uno di questi strati è interno alle fibre ed è formato di una sola serie di cellule cerebrali; mentre l'altro più grosso perchè formato di più serie, è situato all'esterno cioè fra le fibre ed i bastonetti o cilindretti della così detta membrana di Jacob. Le fibre nervose si fanno obblique verso la circonferenza della retina; ed i vasi sanguigni scorrono fra la jaloide e le parti accennate. — Confrontando attentamente questi principali resultati delle osservazioni di Hannover con quelli da noi ottenuti, possiamo riconoscere che Hannover, avendo esaminata la retina in piano, hà dovuto confondere i due strati di fibre nervose (cioè il 1° e 3°) da noi descritti, in quanto che lo strato che egli descrive, per la obliquità delle fibre verso la circonferenza, può assimilarsi al nostro 1° strato, e per la sua posizione fra due strati di globuli rassomiglia al nostro 3° strato. Il primo strato interno descritto da Hannover come formato di una sola serie di *cellule cerebrali* evidentemente corrisponde al nostro 2° strato formato di una sola serie di *cellule nervose.* L'altro strato di globuli che Hannover descrive come più grosso del precedente, evidentemente corrisponde al nostro 4° strato, sì per essere molto più grosso dell'altro e separato da esso per uno strato di fibre, quanto ancora per la situazione che Hannover gli assegna relativamente alla membrana di Jacob; della quale come noi ne fa lo strato più esterno della retina, chiamandola, per ragioni che ho poco comprese, *retina propria.* Da tutto ciò resulta che se Hannover avesse distinti i due strati di fibre nervose, e avesse meglio caratterizzati i globuli dello strato più grosso, i nostri resultati sarebbero stati uniformi in molte parti.

Henle nel 1841 descrisse la retina come formata di quattro strati, cioè 1° strato, esterno, formato dai cilindretti della membrana di Jacob; 2° strato, espansione delle fibre del nervo ottico; 3° strato, formato di globuli bian-

castri e granulosi posti sulla faccia interna della espansione nervosa e fra le maglie delle sue fibre; 4° strato, formato di granuli angolosi, per grandezza simili ai globuli sanguigni, e provvisti di una parte più densa nel centro. Finalmente i vasi sanguigni, i quali son fissati alla *epidermide solida* della retina. — Ponendo nello stesso ordine quelli dei nostri cinque strati che mi sembrano corrispondere ai precedenti abbiamo, nostro 5° strato, o membrana di Jacob; 1° strato, formato dalle fibre bianche del nervo ottico; 2° strato formato di *cellule nervose*; 4° strato formato dei *nuclei nervosi*. Da ciò apparisce che eccettuato il nostro 3° strato formato di fibre grigie che Henle non sembra aver distinto, egli ha caratterizzato esattamente tutti gli altri strati, ma a motivo forse del metodo di preparazione, gli ha singolarmente spostati. Ha determinato poi esattamente la posizione dei vasi sanguigni alla faccia interna della retina, espansi su quella membrana da noi detta *membrana limitante*. Dobbiamo aggiungere in conferma delle nostre ricerche che Henle spesso ha veduto su tutta la superficie interna della retina, quando vi ha fatto coincidere il fuoco del Microscopio, delle linee finissime e paralelle fra loro, le quali rassomigliano secondo lui ad una rete nervosa. Ma non ostante questa somiglianza sembra che egli interpreti tale apparenza siccome un epitelio od una *epidermide solida* della retina. Facendo astrazione da questa interpretazione, noi rimandiamo alla descrizione del nostro 1° strato per mostrare l'identità della apparenza di questo con quella apparenza osservata da Henle: ma non dobbiamo tralasciare di ricordare che il nostro 1° strato formato di finissime fibre paralelle, sta immediatamente contiguo alla *membrana limitante*, la quale allorquando si distacca per endosmosi o altra causa, conserva talvolta le finissime impronte di quelle fibre; perciò può credersi che la membrana limitante così staccata, e con quelle impronte, sia la stessa membrana che Henle riguarda come una

epidermide solida della retina. Per terminare ciò che le osservazioni di Henle portano a favor delle nostre, debbo aggiungere che egli ha rinvenuto in corrispondenza della estremità interna dei cilindretti della membrana di Jacob nella Rana, uno strato di piccoli globuli circondati di una cellula jalina perfettamente rotonda, e poco visibile se non che quando sia isolata. Evidentemente questo strato di globuli corrisponde alla *stratificazione complementaria* del nostro 4° strato, la quale, per essere molto difficile a constatarsi, godo tanto più di vederla, per quanto mi sembra, confermata ancora dalle osservazioni di Bidder, il quale ha ritrovato uno strato di globuli detti *di deposito* da Valentin, posto fra la membrana di Jacob ed il resto della retina.

Pappenheim nel 1842 descrisse tre strati nella retina, cioè 1° strato, esterno, formato dalla membrana di Jacob; 2° strato, formato dalla espansione delle fibre del nervo ottico che terminano ad ansa all'*ora serrata*; 3° strato, formato dai corpuscoli *di deposito* di Valentin. Di questi tre strati il 1°, ed il 3° evidentemente corrispondono al nostro 5°, e 2° strato, ma è dubbio che il 2° strato di Pappenheim corrisponda al nostro 3° strato, perchè vi ha trovate delle fibre che terminano ad ansa, onde è probabile che egli abbia errato sulla sua posizione relativa, ed in questa ipotesi esso corrisponderebbe al nostro 1° strato.

Mandl nello stesso anno descrisse gli elementi morfologici della retina piuttosto che la sua tessitura; onde mostrò che essa contiene gli stessi elementi morfologici che la sostanza corticale del cervello, cioè le due *sostanze amorfe bianca* e *grigia*, ed i *corpuscoli grigii*. A questo proposito farò riflettere che la sostanza *bianca amorfa* non può avere alcuna significazione istologica, essendo affatto fluida, nè mostrandosi contenuta in alcuna particolare cavità; onde è da credersi che la sostanza bianca amorfa non sia altro che il plasma nervoso spremuto dal tessuto della

retina per effetto della preparazione, tanto è vero, che questa sostanza non si trova che allorquando si lacera o si comprime la retina. Quanto alla sostanza grigia amorfa vedesi chiaramente nel nostro 3° strato, dove circonda ed impasta le fibre nervose del quale è formato. I *corpuscoli grigii* poi non sono altro, per i caratteri e le figure che egli ne ha date, che le nostre *cellule nervose.* Egli nega l'esistenza normale dei *nuclei nervosi* già descritti da Ehrenberg, ma noi abbiamo veduto, nella prima parte di questo scritto, ciò che dobbiamo pensarne. Ritrova oltre a ciò nella retina dei vasi sanguigni, le sottilissime fibre del nervo ottico, e gli elementi della membrana di Jacob. Non sembrando avesse avuto in mira di ricercare principalmente la tessitura della retina, egli si limita a segnalare sulla faccia interna di essa la sostanza *grigia amorfa*, i *granuli*, che, egli dice, si formano per la coagulazione, o per lo sviluppo cioè i nostri *nuclei nervosi*, la *sostanza bianca amorfa*, ed i *corpuscoli grigii.* Tutti questi elementi, che egli riunisce e confonde sotto il nome collettivo di *sostanza corticale della retina*, sarebbero disposti, secondo lui, come nella sostanza corticale del cervello, sulla faccia interna o concava della retina. Sulla faccia esterna di essa pone gli elementi morfologici della Membrana di Jacob, che egli ha descritti con assai dettagli in diversi animali. Quanto poi alle fibrille del nervo ottico, ed ai vasi sanguigni gli pone tutti insieme fra la Membrana di Jacob e la sostanza corticale della retina. Non essendo possibile un qualche ravvicinamento di una tessitura così amorfa, col tipo che abbiamo descritto, convien meglio riportarsi ad una pubblicazione posteriore, ove egli ha distinte due sorte di *fibre nervose*, cioè le *bianche* situate alla faccia interna della retina e terminate ad ansa, e le *grigie* che gli sembrano terminare nei cilindretti della membrana di Jacob. Evidentemente queste fibre son quelle che formano il nostro 1°, e 3° strato, con la differenza

però che quelle di quest'ultimo si vedono terminare nelle *cellule nervose* del 2°, e non già nei cilindretti della membrana di Jacob; tanto più che fra le fibre del 3° strato e i cilindretti vi ha di mezzo il 4° strato, che d'ordinario è il più grosso di tutti.

Tali sono i principali lavori stati intrapresi in questi ultimi tempi sulla tessitura intima della retina; ai quali se non si andasse troppo in lungo potrebbonsi aggiungere quelli di Wagner, Wolkman, Langenbeck, Weber, Mayer, Bidder, Remack, Lersch, Burow, ed ultimamente di Nicolucci, e di Cervelleri. Intanto l'analisi dei precedenti lavori porta a far vedere che tutti gli elementi morfologici e gli strati che ho descritti nella intima tessitura della retina, non meno che molti dei loro naturali rapporti, trovansi più o meno chiaramenle espressi dai precedenti Autori; onde io posso avere argomento di sperare di non essermi ingannato nelle difficili indagini che intrapresi. Per provare quanto dico farò un riepilogo di ciò che avendo io avuto luogo di osservare, ho trovato poi corrispondere con quello che fu avanzato dai precedenti Autori; non potendosi in miglior modo porre in evidenza ciò che per più positivo possiamo adottare.

Cominciando dai vasi sanguigni della retina, sono essi situati sulla sua faccia concava od interna, secondo le osservazioni di Gottsche, Langenbeck, Henle, Hannover, e le nostre, mentre Henle gli trova ancora fissati alla epidermide solida della retina. È questa la membrana che noi abbiamo chiamata *Membrana limitante*, trasparente e senza alcuna struttura, che secondo Gottsche e le nostre osservazioni sostiene dall'altra faccia le fibrille del nervo ottico, le quali noi abbiamo vedute ad essa aderenti, talmente da lasciarvi le impronte lineari, già notate come un indizio di epitelio da Henle. Venendo al 1° strato del tipo che abbiamo descritto, trovasi la sua posizione esattamente determinata da Gottsche e da Valentin, la dire-

zione obliqua delle sue fibre verso la circonferenza da Hannover, e la loro terminazione ad ansa da Valentin medesimo, da Bidder, da Pappenheim e da altri ancora. — La posizione del 2° strato, relativamente al 1° è ben determinata da Valentin, ed i suoi elementi morfologici ben caratterizzati da Michaelis, Valentin, Hannover, Henle, Bidder, Pappenheim e Mandl. — Il 3° strato in massa non sembra sia stato veduto che da Gottsche, il quale ha, come noi, trovata della difficoltà nel porre in evidenza le sue *fibre grigie*, accennate da Mandl nel nervo ottico, e da questo pure accennata la *materia granulare amorfa*, che secondo le mie osservazioni quelle fibre collega, non essendovi altra materia granulare amorfa nella spessezza della retina. Dobbiamo a Michaelis e ad Hannover l'osservazione di fibre nervose della retina che vanno a terminare nei corpuscoli più interni di essa, e noi abbiamo mostrato come tali corpuscoli son quel del 2° strato, e quelle fibre, del 3°. — Quanto al 4° strato, ne è stata esattamente determinata la posizione, relativamente alla membrana di Jacob (in qualunque modo siasi interpretata questa membrana) da Gottsche, Michaelis, Hannover e Valentin: la spessezza di questo strato, superiore a quella degli altri (fuori che del 5° nei Batraci secondo le mie osservazioni) da Michaelis e da Hannover; e finalmente i caratteri degli elementi morfologici che lo compongono, da Ehrenberg, Gottsche, Michaelis, Valentin, ed Henle. Circa alla stratificazione complementaria di questo 4° strato viene confermata dai resultati di Henle e di Bidder. — In fine, a riguardo del 5° strato, o membrana di Jacob, non vi ha più alcun Micrografo presentemente che dubiti, nè della sua posizione relativamente al resto della retina e della coroide, nè della qualità e disposizione dei suoi elementi.

Da questa rapida analisi è facile rilevare che ben poco rimaneva che non si fosse osservato da altri. Ma se per

tal motivo con maggiore confidenza posso ora presentare al Pubblico i resultati delle mie osservazioni, non temo che mi si vorrà dar carico di avere esposte cose di già conosciute, avendosi potuto vedere quanto, non ostante tutti quei lavori, fossero vaghe tuttora le conoscenze che si avevano sulla tessitura generale della retina. E d'altra parte, poichè la verità è una sola, nè essendo possibile che quei distintissimi Micrografi avessero sempre deviato dal vero, veniva di necessaria conseguenza che fra tanti lavori gran parte di quel vero dovesse essere di già stato raccolto, ma al tempo stesso tramescolato di non sempre evitabili errori, che nascondendolo rendevano indispensabili nuove ricerche. Or queste ricerche mi hanno condotto a dei resultati che poi rinvenni più o meno chiaramente ottenuti da altri; ma ciò potrebbesi avere a non sufficiente garanzia se non si sapesse che spoglio da qualunque preconcetto io mi valsi dei loro insegnamenti solo per restringere i limiti del possibile errare, mentre nel resto io mi condussi indipendente e disciolto da qualunque prevenzione; nè fu che dipoi che volli particolarmente cercare nei loro scritti a modo di riprova ciò che poteva sperare di non aver male osservato.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1.ª Porzione di un lobulo del cervelletto umano, veduto ad un ingrandimento di 300 diametri.

R. Strato superficiale separabile, formato da materia granulosa, o dai *granuli nervosi.*

N. Strato di *Nuclei nervosi.* Questo strato è ridotto ad una altezza minore per diminuire le dimensioni della figura.

C. *Cellule nervose.*

G. *Corpuscoli gangliari.*

P. Un prolungamento di questi corpuscoli che può considerarsi come l'origine di certe fibre nervose, anche secondo le recenti osservazioni di Hannover.

B. Massa bianca delle fibre nervose elementari.

Fig. 2.ª Lobulo del cervelletto umano, veduto ad un ingrandimento di dieci diametri.

B. Massa bianca delle fibre nervose, o della sostanza midolare, corrispondente a B della figura precedente.

C. Massa grigia della sostanza corticale, corrispondente ad N, C, G, della figura precedente.

S. Strato superficiale separabile dal resto della sostanza corticale, corrispondente ad R della figura precedente.

Fig. 3.ª Porzione di retina ripiegata in modo da presentare sul bordo L della piegatura la sua superficie concava od interna. (Ingrandimento di 300 diametri).

A. Superficie concava della retina, o superficie del lembo superiore della piegatura, sulla quale

superficie è fatto cadere il fuoco del Microscopio. In essa si vedono le fibre elementari nervose del 1° strato della retina, e sopra di queste i vasi sanguigni.

L. Bordo libero della piegatura limitato da una linea che passa sopra le fibre nervose. Questa linea rappresenta la *Membrana limitante* ripiegata.

V. Vasi sanguigni della retina che passano sopra la membrana limitante.

Fig. 4.ª Lo stesso frammento precedente della retina, ma trattato con acqua. In questo caso la endosmosi dell'acqua ha distaccata la *membrana limitante* L, e la ha resa più evidente, come pure le fibre nervose A più distinte, ed i vasi sanguigni V, che evidentemente passano sopra la membrana limitante.

Fig. 5.ª Rappresenta lo stesso frammento precedente della retina ripiegata, ma con questa differenza che per le due figure precedenti il fuoco del Microscopio coincideva sulla superficie del lembo superiore, per questa figura il fuoco del Microscopio è approfondato tanto da coincidere con la superficie simile del lembo inferiore. Perciò questo lembo si vede per trasparenza a traverso al lembo superiore.

A. Fibre nervose, continuazione delle precedenti.

L. Membrana limitante nel punto della piegatura, aderente alle fibre nervose sottoposte.

V. Vasi sanguigni continuazione dei precedenti.

Fig. 6.ª Frammento di retina di Piccione, (ingrandimento di 300 diametri) ripiegata come nelle figure precedenti. In questa il fuoco del Microscopio è immerso nella spessezza del bordo ripiegato, cioè fra il lembo superiore e il lembo inferiore della piegatura. In tal posizione soltanto il fuoco del microscopio può comprendere contemporanea-

mente i cinque strati dei quali è formata la retina, ed anche la coroide; diversamente, elevando il fuoco del Microscopio si vede la retina come nella figura 3ª, abbassandolo si vede come nella fig. 5ª, mentre ad un livello intermedio si vede come in questa fig. 6ª.

A. 1.° Strato, delle *fibre nervose bianche*, che mostransi incrocciate diagonalmente a motivo della piegatura obliqua della retina.

B. 2.° Strato, delle *cellule nervose*. In N la pressione le ha fatte sortire per una rottura del 1° strato e della membrana limitante.

C. 3.° Strato, delle *fibre nervose grigie*.

D. 4.° Strato, dei *nuclei nervosi*.

E. Stratificazione complementaria del 4° strato, formata di *cellule nervose*.

F. 5.° Strato, formato dai *cilindretti* della *Membrana di Jacob*.

G. *Cellule pigmentarie* della coroide ammassate nel fondo della piegatura della retina. La faccia interna di queste cellule presenta negli uccelli, come nella figura, dei prolungamenti vaginali che abbracciano la estremità esterna dei cilindretti.

P. Cellule pigmentarie vedute in piano nel resto del lembo.

L. Membrana limitante.

Fig. 7.ª La Retina veduta sulla circonferenza; ripiegata come nella figura precedente, ma nel senso dei meridiani del globo oculare. Le stesse lettere accennano le medesime parti che nella figura precedente.

Si osservi in questa l'assottigliamento del 1° strato A, e del 3° strato C ambedue di fibre nervose. La membrana limitante L, forma sulla cir-

conferenza una ripiegatura I aderente al cerchio ciliare, quindi si continua in R sui processi ciliari.

Tutte queste parti sono indicate con maggior chiarezza nella figura 12ª, che rappresenta schematicamente la tessitura della retina.

Fig. 8.ª (Ingrandimento molto più forte dei precedenti). Fibre nervose elementari terminate ad ansa, trovate in una parte non periferica della retina di una Passera. La somma difficoltà di rinvenire queste anse, non avendo potuto determinare il punto della retina ove si trovano, mi impegna ad assicurare che questa figura rappresenta con tutta esattezza quanto osservai.

A. Due anse chiuse in posizione naturale.

B. Ansa aperta per effetto della preparazione, e fluttuante nel liquido.

Fig. 9.ª *Cellule nervose* del 2° strato, vedute ad un ingrandimento eguale a quello della figura precedente. Esse hanno diverse apparenze come sono spiegate nello scritto che precede, ed appartengono alla retina umana, di Coniglio e di Muggine. Le differenze che presentano queste cellule non dipendono tanto dalla diversità della specie, quanto dalle alterazioni cadaveriche, per le quali opacandosi le parti interne trasparenti si fanno più visibili. Difatto tanto nel Coniglio che nel Muggine ho trovato delle cellule della forma *e*, nella retina umana della forma *i*, e nel coniglio della forma *n*. Le cellule *e*, *i*, *n* sono rimaste attaccate ad una fibra nervosa del 3° strato C sottoposto.

Fig. 10.ª Elementi morfologici della Membrana di Jacob.

A. *Cilindretti* semplici della retina umana: *i* cilindretto proprio, *e* cellula nervosa attaccata alla estre-

mità interna di questi cilindretti, corrispondente alla stratificazione complementaria del 4° strato (vedi fig. 6ª, 7ª, E).

B. *Cilindretti accoppiati*, o *Coni gemelli* della retina umana. *n* Cilindretto rigonfiato, forse per alterazione cadaverica come pensa Hannover.

C. *Coni gemelli* di Muggine egualmente alterati essendo stato morto da molte ore questo animale: *n* cilindretto accoppiato il quale mostra alla superficie una membranella sottilissima, distaccata dalla parte interna granulosa; *m* cilindretti accoppiati e riuniti per la estremità esterna corrispondente alla coroide.

Fig. 11.ª Rappresentazione schematica della posizione relativa delle fibre nervose bianche A, e grigie C, nel nervo ottico secondo Mandl, e nella retina secondo le mie osservazioni.

Fig. 12.ª Rappresentazione schematica della tessitura della retina verso la circonferenza nella direzione di un meridiano del globo oculare. Le stesse lettere indicano le medesime parti che nelle figure 6ª, 7ª, e specialmente di questa ultima, alla quale corrisponde.

Fig. 13.ª Frammento verticale di Retina della *Saepia officinalis* (ingrandimento di 300 diametri).

A. Fibre nervose verticali di questa retina.

B. Ammasso di cellule sulla estremità interna delle fibre o sulla faccia concava della retina.

C. Ammasso dei *nuclei nervosi*, misti a *cellule pigmentarie*. Di queste cellule pigmentarie se ne vedono ancora allo stato rudimentale lungo le fibre nervose.

Fig. 14.ª Fibre nervose isolate della retina di Seppia vedute ad un ingrandimento maggiore del precedente. Esse mostransi tutte accoppiate e riunite

da una membranella intermedia, come si vede in B.

A. *Fibra doppia*, formata da due *fibre semplici* riunite ad ansa chiusa.

B. Fibra doppia simile alla precedente, piegata per mostrare che è schiacciata a guisa di nastro.

C, D, E, F. Fibre doppie, formanti un'ansa circolare che circonda una vessicola o cellula.

E. Fibra doppia, che circonda in due punti due vessicole o cellule.

F. Altra fibra doppia che mostra separarsi in due fibre semplici nella estremità inferiore corrispondente alla coroide.

Fig. 4.
L
V
A
Fig. 5.
L
V
A
Fig. 10.
e
e
e
e
n
i
n
m
A
B
C
Fig. 14.
A
B
C
D
E
F
NAPOLI